Untersuchungen über den feinern Bau der Nesselzellen der Cnidarier

nebst systematischen Beiträgen zur Kenntnis des Genus Hydra.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Universität zu Rostock

vorgelegt von

Otto Toppe

aus Bützow.

Rostock 1910.

Untersuchungen über den feinern Bau der Nesselzellen der Cnidarier

nebst systematischen Beiträgen zur Kenntnis des Genus Hydra.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Universität zu Rostock

vorgelegt von

Otto Toppe
aus Bützow.

Rostock 1910.

Referent: Herr Prof. Dr. Will.

Abdruck
aus den
Zoologischen Jahrbüchern. Bd. 29. Abt. f. Anatomie. 1910.
Herausgegeben von Prof. Dr. J. W. Spengel in Gießen.
Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Wohl kein anderes Element des Cnidarierkörpers hat in ähnlicher Weise die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen wie die Nesselzellen, die jener ganzen Tierklasse ihren Namen verliehen haben. Die zahlreichen Arbeiten, die bald den Bau und die Entwicklung, bald den Mechanismus und die Wirkungsweise der so ungemein kleinen und doch so kompliziert gebauten Nematocysten zum Gegenstand haben, brachten nach mancher Richtung hin Aufklärung, konnten jedoch das Interesse um so weniger erschöpfen, als gerade in bezug auf die Ursachen und den Mechanismus des rätselhaften Explosionsvorganges selbst die neueste Literatur eine befriedigende Lösung des Problems nicht gebracht hat. Nachdem nun Herr Prof. Will bei drei verschiedenen Hydroiden und einer Siphonophore den Beweis von der Existenz einer wohlausgebildeten Nesselkapsel-Muskulatur erbracht und letztere zur Erklärung des Explosionsvorganges im Sinne Chun's herangezogen und darüber auch auf dem

Zoologenkongreß zu Rostock 1907 [1]) vorgetragen hat, folgte ich gern seiner Anregung, Verbreitung, Anordnung und Bau derartiger kontraktiler Strukturen auch bei andern Cölenteraten zu studieren. Läßt nun auch die histologische Untersuchung, die den ersten Teil der folgenden Arbeit ausmacht, an sich Schlüsse über den Mechanismus der Entladung zu, so hielt ich es doch für notwendig, auch über die bis jetzt noch ebensowenig aufgeklärte Wirkungsweise der Cniden Untersuchungen anzustellen und deren Ergebnisse durch Experimente zu stützen. Dementsprechend werde ich im zweiten Teil meiner Arbeit die Funktion der verschiedenen Nematocysten-Arten sowie ihre Wirkung auf die Beutetiere zu schildern haben.

Ich möchte auch an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Will für die Anregung zu dieser Arbeit, für die liebenswürdige Überlassung des Materials und die gütige Unterstützung während der Dauer der Untersuchungen meinen tiefgefühlten Dank aussprechen. Zugleich bin ich dem leider so früh verstorbenen Herrn Prof. Dr. O. Seeliger für die rege Anteilnahme, die er meinen Studien stets entgegenbrachte, zu großem Dank verpflichtet.

Methode der Untersuchung.

Wenn es auch bei der Untersuchung der Nesselkapseln von äußerster Wichtigkeit ist, neben konservierten Tieren lebendfrische Objekte zu verwerten, so stand mir doch nur von unsern einheimischen *Hydra*-Arten geeignetes lebendes Material zur Verfügung, welches denn auch nach jeder Richtung hin von mir ausgenutzt wurde.

Zur Untersuchung des lebenden Objekts benutzte ich die abgeschnittenen Hydrententakel, die bei Anwendung minimaler Wachsfüßchen selbst den Gebrauch von Apochromat-Immersionen gestatten. Sehr unterstützt wird die Lebenduntersuchung durch Zusatz von Methylenblaulösung, die ein vorzügliches Färbemittel für das Nesselsecret abgibt. Wenn auch schon während des so gehandhabten Verfahrens zahlreiche Cniden zu explodieren pflegen und sich zum Teil aus dem Tentakel herauslösen, so wird doch die gleichzeitige Entladung zahlreicher Nesselkapseln am besten in bekannter Weise durch Zusatz von stark verdünnter Essigsäure bewirkt. Leider ruft letztere alsbald in dem die Kapsel umgebenden Plasma störende

1) Der auf die Muskulatur bezügliche Teil dieses Vortrages erschien erst nach Fertigstellung meines Manuskripts unter dem Titel „Ueber das Vorkommen kontraktiler Elemente in den Nesselzellen der Coelenteraten", Rostock 1909, H. Warkentien.

Veränderungen hervor, die nur zu leicht zu einer falschen Auffassung von den Strukturverhältnissen am und im Cnidoblasten führen können.

Bei der Konservierung der *Hydra* folgte ich im wesentlichen den von Herrn Prof. Will bei seinen Untersuchungen über die Nesselkapseln erprobten und mir empfohlenen Methoden: Wie Will brachte ich zur Anfertigung von Macerationspräparaten die in Osmiumsäure oder noch besser in einem Gemisch von Osmiumsäure und Sublimat konservierten *Hydra* nach dem Auswaschen und der Nachbehandlung in rohem Holzessig zur Maceration in die $1^0/_{00}$ Formollösung, welche auch als Untersuchungsflüssigkeit diente. Daneben wandte ich zur Anfertigung von Isolationspräparaten die auch von Jikeli (32) für den gleichen Zweck empfohlene Müller'sche Flüssigkeit mit ganz gutem Erfolge an.

Während aber fast alle frühern Forscher sich allein auf das Studium von Macerationspräparaten verließen, versuchte ich vor allem durch entsprechend dünne Schnitte in die Histologie der Nematocyten einzudringen. Behufs Konservierung für Schnitte wurden die Hydren in ausgestrecktem Zustande in demselben Osmium-Sublimatgemisch bis zur leichten Bräunung fixiert und nach gründlicher Auswässerung zur Vermeidung jeder Schrumpfung ganz allmählich durch steigenden Alkohol (15—95%) hindurch geführt und in letzterm bis zur Verwendung aufbewahrt; ebenso vorsichtig muß beim Einbetten in Paraffin verfahren werden; dann aber konnte ich nicht finden, daß durch die Einbettung die Zellstrukturen in erheblicher Weise verändert werden, wie Schneider (54) angibt. Als bestes Färbemitel für die $2^1/_2$—5 μ dicken Schnitte bewährte sich auch bei meinen Objekten die Hämatoxylinfärbung nach Heidenhain.

Von andern Cölenteraten wurden noch untersucht: *Velella*, *Tubularia*, *Pennaria*, *Syncoryne*, *Physalia*, *Pelagia*, *Olindias*. Für alle diese war ich auf konserviertes Material angewiesen, das mir teils von Herrn Prof. Will zur Verfügung gestellt, teils in liebenswürdiger Weise von Herrn Prof. Vanhöffen überlassen wurde, wofür ich auch diesem Herrn bestens danke.

I. *Velella spirans.*

In den warzenförmigen Nesselwülsten der *Velella spirans* kommen 3 verschiedene Arten von Cniden nebeneinander vor.

Relativ selten ist die kleinste Nesselkapselform ver-

treten, ein zylindrisches Bläschen, in dessen Innern der Faden in regellosen longitudinalen Schlingen zusammengelegt ist (Fig. 1 *k*). Der verhältnismäßig einfache Bau dieser Cnide resultiert aus dem Fehlen des sogenannten Achsenkörpers, der Erweiterung des untern Fadenabschnitts.

Bei den beiden großen Kapselformen der *Velella* ist jedoch der Nesselschlauch in einen weiten kurzen Abschnitt, den Achsenkörper, und einen außerordentlich langen, dünnen, den eigentlichen Faden, gesondert, welch letzterer in der ruhenden Cnide in bekannter Weise spiralig um den Achsenkörper zusammengerollt wird.

Bedot (3) glaubte auch bei *Velella* das konstatieren zu können, was vor ihm Möbius (45) schon von dem Achsenkörper der Nematocysten anderer Cnidarier behauptet hatte, daß nämlich das Halsstück aus 3 ineinandergestülpten Röhren sich zusammensetze. Daß diese Auffassung vom Bau des Achsenkörpers nicht allein bezüglich der Nesselorgane von *Velella*, sondern auch der aller andern Cölenteraten eine unrichtige ist, wurde schon in überzeugender Weise von Iwanzoff (30) nachgewiesen; ich habe seinen Ausführungen nichts hinzuzufügen.

Die beiden großen Cnidenformen lassen sich schon bei oberflächlicher Betrachtung leicht an der Gestalt des äußern Bläschens erkennen. Dieses ist bei der einen Cnidocysten-Art länglich oval gestaltet (Fig. 6), bei der andern kugliger, so daß der optische Längsschnitt des letztern sich der Kreisform nähert (Fig. 1). Die beiden Figuren beweisen auch, daß der einen Cnidenform feine schmale Stilette zukommen, während bei der andern der Achsenkörper entsprechend des größern Umfanges der Kapsel auch breitere Stacheln in seinem Innern birgt. Im Bau des Nesselfadens und des Achsenkörpers scheinen sich die beiden Nematocystenformen der *Velella* nicht zu unterscheiden; es ist jedoch nicht undenkbar, daß der herausgestoßene Schlauch bei beiden Arten noch geringe morphologische Verschiedenheiten aufweisen kann. Ich möchte bezüglich dieser ja auch vollkommen nebensächlichen Frage keine bestimmten Angaben machen, weil ich an meinem Material nur äußerst selten entladene Cniden auffinden konnte. Sicher ist, daß der Cnidoblast der in Rede stehenden Nesselkapselarten, je nach der Cnidenform, einige Besonderheiten aufweist, auf die ich weiter unten zurückkommen werde.

Die runde Nesselkapselart ist ziemlich selten, in der länglich ovalen dagegen haben wir diejenige Nesselzelle der *Velella* vor uns,

durch deren sehr zahlreiches Auftreten an einzelnen Stellen Nesselbatterien gebildet werden.

An den explodierten großen Nesselorganen imponiert die äußere Kapselwandung durch ihre Mächtigkeit, die nur am zugespitzten untern Pole der Kapsel etwas abnimmt (Fig. 2 *aw*). Die innere dünnere Hülle setzt sich direkt in den Achsenkörper und dieser wieder in den eigentlichen Faden fort, wie es allgemein bekannt ist. Iwanzoff (30) glaubte gesehen zu haben, daß der zwischen Kapsel und Stiletten liegende Abschnitt des Achsenkörpers unregelmäßig verdickt sei. Ich konnte eine derartige Struktur an den von mir untersuchten großen Nematocysten nicht auffinden. Ich möchte glauben, daß Iwanzoff sich durch die Fältelungen, die die dünne Wandung des Halsstückes stets bei vollständiger Explosion wirft (Fig. 2 *fln*), hat täuschen lassen. Das Zusammenfallen des basalen Fadenabschnitts nach der Entladung bildet nicht allein bei den Nesselorganen der *Velella* die Regel, sondern findet sich an allen Nematocysten, die einen vom eigentlichen Schlauch scharf abgesetzten umfangreichen Achsenkörper haben. Natürlich können die Falten nur dann auftreten, wenn die Kapsel vollkommen explodiert ist. War die Ausstülpung unvollständig, so wird die in der Kapsel enthaltene Flüssigkeit in das Halsstück hineingepreßt nnd ruft dann, weil die Wand des Achsenkörpers wenigstens für das Kapselsecret undurchlässig zu sein scheint, eine bauchige Auftreibung des basalen Fadenabschnitts hervor. In diesem Falle ist von den Fältelungen selbstverständlich nichts zu bemerken. Auf andere Besonderheiten des Halsstückes werde ich bei der Besprechung der Nesselkapseln unserer Süßwasserpolypen näher eingehen.

Kurz vor dem Übergange des Achsenkörpers in den Schlauch befinden sich an ersterm 3 kräftige, starre Borsten (Fig. 2 *st*). Diese sind, wie die Fig. 3 beweist, wenigstens in ihrem Anfangsteile hohl. Die Zeichnung gibt einen Schnitt wieder, der durch eine ruhende Cnide senkrecht zu ihrer Längsachse geführt wurde und die Stilette gerade an ihrer Basis quer durchschnitten hat. Man erkennt deutlich innerhalb der blau gefärbten rundlichen Querschnitte der Borsten (*st*) ein helles Lumen. Daß letzteres mit dem des Achsenkörpers irgendwie in Kommunikation steht, konnte ich hier bei *Velella* nicht mit Sicherheit feststellen. Die Verbindung der Stilette mit ihrem Träger, der Wandung des Achsenkörpers, ist allem Anscheine nach nicht sehr fest.

Der Fadenabschnitt, der zwischen diesen 3 großen Borsten

und dem eigentlichen Schlauche liegt — das „konische Zwischenstück“ Murbach's (48) — ist, soviel ich sehen konnte, bei den meisten größern Kapseln mit kleinern Borsten besetzt (Fig. 2 *bstn*). Diese sind in Spiralreihen angeordnet, die an dem Ende des konischen Zwischenstückes, also an der Ansatzstelle des Schlauches, zusammentreffen. Jede einzelne Spiralreihe beginnt bei einer großen Borste, so daß also im ganzen 3 Reihen von Härchen vorhanden sind. An das Zwischenstück schließt sich der lange Faden, der in seinem ganzen Verlaufe vollkommen glatt ist.

Die Cnidoblasten aller 3 beschriebenen Nematocysten-Arten sind — wenigstens in ausgebildetem Zustande — ausgezeichnet durch den Besitz eines Stieles, der der Stützlamelle angeheftet ist. Dieser Fortsatz soll jedoch einer von Bedot (3) und Iwanzoff (30) als besondere Art beschriebenen und auch abgebildeten Cnidocytenform fehlen. Auch ich habe stiellose Nematocyten häufig aufgefunden, möchte sie jedoch nur für Entwicklungsstadien der einen oder andern der 3 vorhin beschriebenen Formen halten. Man trifft sie meistens vollkommen isoliert in einer parallel zum Tentakel gerichteten Lage an, die ihre sofortige Verwendung, sei es als Verteidigungs- oder als Angriffswaffe, von vornherein ausschließt und sie als unreife Kapseln charakterisiert, die erst der Stelle ihres Verbrauches zuwandern.

Das Hauptinteresse an den ausgebildeten Nesselorganen der *Velella* nimmt ihr Cnidoblast in Anspruch. Die Kapsel ist bis an den Entladungspol in den Plasmaleib desselben eingebettet, der sich am untern Pol zu einem langen Stiele auszieht, welcher in seiner größten Länge gleichmäßig dünn ist, nach oben aber sich allmählich zum eigentlichen Cnidoblasten verbreitert, nach unten zu häufig vor der Verbindung mit der Stützlamelle noch mehr oder minder stark spindlig anschwillt (Fig. 10, 11).

In dem obern Teile des Cnidoblasten, der die Kapsel umhüllt, fällt oft schon ohne Zuhilfenahme irgendeines Färbemittels ein etwas glänzendes, knäuelförmiges Gebilde auf, das zuerst von Bedot (3) aufgefunden und dann genauer von Murbach (48) und Iwanzoff (30) untersucht worden ist. Da aber auch die letzten beiden Autoren die Verhältnisse dieses eigenartigen Knäuels nur zum geringsten Teile aufklären konnten, gute Abbildungen desselben aber überhaupt noch nicht vorliegen, so werde ich im Folgenden an der Hand von Figuren eine möglichst genaue Schilderung der fraglichen Strukturen geben.

Betrachtet man den Querschnitt durch eine große Nematocyte

(Fig. 4), so sieht man, wie außer dem Kern ein unregelmäßiges, mit Hämatoxylin sich stark färbendes Gebilde die Kapsel fast bis zur Hälfte, oft auch mit einzelnen Windungen über diese hinaus, einschließt (Fig. 4 *fkn*). Die in Fig. 5, 6, 9, 14 dargestellten Schnitte zeigen dieses Plasmaprodukt bei seitlicher Ansicht. Ein Vergleich der Abbildungen läßt die stets wechselnden Umrisse der eigenartigen Einlagerung erkennen, die, wie man an isolierten Cniden sehen kann, oftmals das Plasma ihres Cnidoblasten buckelförmig auftreibt. Meistens wird durch die dichte Masse des Knäuels der Kern und auch die Kapsel vollständig verdeckt, bisweilen besteht es nur aus einzelnen Schlingen (Fig. 5), die einen Durchblick auf die andern Elemente der Bildungszelle sehr wohl zulassen. Bedot (3) sieht in dieser Einlagerung den Rest des zur Bildung der Cnide aufgebrauchten Plasmas. Schneider (56) und Iwanzoff (30) deuten es richtig als Fadenknäuel. Während Schneider dasselbe aber aus 2 Spiralen bestehen läßt, nimmt der russische Forscher an, daß es von einem zusammengedrehten und zu Schlingen eingerollten Faden gebildet werde. Meine eignen Untersuchungen bestätigen die Ansicht Iwanzoff's. Das Knäuel setzt sich nur aus den Windungen eines und desselben Fadens zusammen, wie es auch Fig. 5 deutlich erkennen läßt. Dadurch, daß die einzelnen Touren des Stranges nicht immer gleiche Größe haben, der Faden als Ganzes auch mehrere auf- und absteigende Windungen macht und einzelne Abschnitte geradlinig verlaufen (Fig. 5), kommt das unregelmäßige Knäuelwerk zustande.

Von dem obern Teile dieses Gebildes, der dem Entladungspol der Kapsel am nächsten liegt, zieht auf der der Kapsel zugewandten Seite ein gestreckter Faden nach abwärts (Fig. 5—7 *absta*). Daß dieser das eine Ende jener Strangmasse bildet, ist anzunehmen und wird durch die Figg. 5 u. 8 bewiesen. Der absteigende Ast biegt unterhalb des Bläschens um und zieht dann an der dem Knäuel gegenüberliegenden Seite der Kapsel nach oben der Cuticula zu (Fig. 6, 7). Bereits am untern Kapselpol kann er sich, wie die Figg. 5 u. 8 zeigen, in mehrere nach ihrer Teilung parallel an der Kapselwand entlang verlaufende Äste gabeln. In dem in Fig 4 abgebildeten Querschnitt durch einen Cnidoblasten erkennt man diese Längsfasern als feine blaue Pünktchen (Fig. 4 *absta*). Bisweilen findet die Zerteilung des absteigenden Astes erst kurz unter der Cuticula statt (Fig. 6), oder sie kann auch wie in Fig. 7 ganz unterbleiben.

Das oben beschriebene Fadenknäuel soll sich nach Schneider nach unten zu in einen nicht färbbaren Stiel fortsetzen. Nach meinen Untersuchungen ist das Gegenteil der Fall. An dünnen, gut tingierten Längsschnitten durch Cnidoblasten läßt sich folgendes erkennen: Aus dem untern Abschnitt des Knäuels tritt in Spiralwindungen ein Strang hervor, der allmählich einen geradlinigen Verlauf annimmt und in den Stiel der Bildungszelle hineinzieht (Fig. 5, 7—9 *spl*). Die Anzahl der sichtbaren Spiralwindungen ist naturgemäß eine inkonstante: sie ist abhängig von dem mehr oder minder weiten Herabreichen des Fadenknäuels und von der Gestalt der Bildungszelle (vgl. Fig. 5, 6). Diese Spiraltouren hatten seinerzeit Bedot (3) veranlaßt, eine Querstreifung des Cnidoblastenstiels anzunehmen, bis dann von Murbach (48) die wahre Natur jener Strukturen aufgedeckt worden ist. An der Stelle, an der der Cnidoblast sich zum Stiel verjüngt, wird der Durchmesser der Spiralwindungen geringer, und bald nimmt der Strang im Stiel selbst einen gestreckten Verlauf an (Fig. 5, 8, 10, 13). Die schematische Fig. 10 wird die eben besprochenen Verhältnisse erläutern. Die Fortsetzung der Spirale werde ich von jetzt an als medianen Strang oder Stielmuskel bezeichnen; wir werden ihn in den Bildungszellen anderer Cnidarier, wenn auch in veränderter Form, wieder vorfinden.

Die bereits S. 6 erwähnte spindlige Anschwellung des Stieles wurde zuerst von Bedot (3) aufgefunden, dann aber von Iwanzoff (30) einer genauern Untersuchung unterzogen. Der letztere beschreibt sie folgendermaßen: „Mir scheint es, daß sie (die Anschwellungen) dadurch bedingt werden, daß die den Strang, aus welchem der Fortsatz besteht, bedeckende Hülle sich aufbläst, und der Strang selbst in feine Fäden, aus welchen er gebildet ist, welche aber in der übrigen Ausdehnung so dicht aneinander liegen, daß sie sich nicht unterscheiden, zerfällt. Der Zwischenraum zwischen diesen stark verwickelten Fäden ist mit einer homogenen Masse angefüllt.“ Daß jedoch die Fäden in der in Frage kommenden spindelförmigen Verdickung verwickelt sind, glaube ich nicht. Sie scheinen nach meinen Untersuchungen mehr oder weniger parallel nebeneinander zu verlaufen (Fig. 11 *d*). Mit dieser Anschwellung sitzt der Stiel des Cnidoblasten keineswegs direkt der Stützlamelle auf, wie durch die Figg. 11 *d* u. *c* bewiesen wird. An dem der Stützmembran am nächsten liegenden untern Abschnitt der Spindel scheinen sich die Fibrillen, die die Verbreiterung durchsetzen, wieder zu einer oder mehreren stärkern Fasern zu vereinigen, um sich beim Berühren

der Stützlamelle sofort wieder zu trennen. Die Anzahl der dann entstehenden Fäserchen unterliegt größern Schwankungen, meistens scheinen es 3—4 zu sein (Fig. 11). Sie dringen in die Stützlamelle ein, teilen sich bisweilen noch mehrmals und schaffen dadurch eine sehr feste Verbindung des Cnidoblastenstieles mit der erwähnten Membran. Die spindelförmige Verdickung ist in den meisten Fällen auf den untern Abschnitt des Fortsatzes der Bildungszelle beschränkt; in der Mitte des letztern, wo Iwanzoff (30) sie auch auffand, scheint sie an den vollkommen ausgebildeten Cnidoblasten sehr selten vorzukommen. Bei jugendlichen Bildungszellen zeigt sie plumpe, runde Form und ist häufig noch nicht mit der Stützlamelle in Verbindung getreten (vgl. Fig. 18). Ebenso häufig wie die beschriebene Anschwellung vorhanden ist, scheint sie aber auch zu fehlen. In letzterm Falle zerfällt der mediane Strang bei der Vereinigung mit der Stützlamelle gleichfalls in die ihn zusammensetzenden Elemente, welche ihrerseits fest in jene Membran eingelassen sind (Fig. 11 *a*). Von dem ungeteilt verlaufenden axialen Strang bis zur stark ausgeprägten Spindelbildung finden sich alle möglichen Übergänge, wie Fig. 11 *a—d* beweist.

Die Zerteilung des axialen Stranges in seine einzelnen Fibrillen ist nicht allein auf seinen basalen Abschnitt beschränkt, sondern findet sich auch oberhalb der spindelförmigen Anschwellung vor dem Übergange zur Spindelbildung. In den Spiralwindungen selbst und im Knäuelwerk scheint allerdings der Strang eine homogene Beschaffenheit zu bewahren. Nur an dem absteigenden Aste konnte ich einigemal (Fig. 8, 12) einen Zerfall in 2 Stränge beobachten. Ich möchte aber doch mit Iwanzoff annehmen, daß der ganze Strang sich auch während seines spiraligen Verlaufes aus äußerst feinen Fibrillen zusammensetzt, deren Verkittung untereinander eine sehr innige ist. Ob diese nun parallel nebeneinander liegen oder ob der Strang aus zusammengedrehten Fasern besteht, wird schwierig zu entscheiden sein. Am wahrscheinlichsten dürfte das erstere sein.

Über die physiologische Bedeutung des Fadenknäuels und seines basalen gestreckten Abschnitts existieren verschiedene Ansichten. Bedot (3) glaubt an die muskulöse Natur des ganzen Cnidoblastenstieles auf Grund der von ihm beobachteten Querstreifungen, Murbach (48) nimmt unbedingt die Kontraktilität des Fadenknäuels an, während Schneider (56), dem allerdings die Fortsetzung der Fadenmasse nach der Stützlamelle zu entging, eine solche ableugnet. Iwanzoff (30) stellt sich auf die Seite Schneider's.

Bevor ich zu dieser Frage Stellung nehme, lasse ich meine Beobachtungen sprechen: Während der Stielfaden (oder mediane Strang) in den meisten meiner Präparate ganz glatt verlief, fand ich ihn in einigen Fällen, von denen ich 2 in Fig. 13 abgebildet habe, in kontrahiertem Zustande. In Fig. 13 *a* ist der obere Abschnitt des Cnidoblasten, in dem die Kapsel eingebettet ist, durch das Zusammenschnurren des axialen Stranges eine beträchtliche Strecke von der Cuticula zurückgerissen worden. Der Stielmuskel selbst hat sich, wie auch aus der Zeichnung ersichtlich, fast seiner ganzen Länge nach zusammengezogen. Eine Kontraktion des Fadenknäuels oder der Spirale war allerdings nicht zu beobachten. In Fig. 13 *b* erstreckt sich das Zusammenziehen der axialen Faser nur auf ihren untern, der Stützlamelle am nächsten liegenden Abschnitt. Die unterste Partie zeigt verhältnismäßig weite Spiralwindungen, die allmählich in die eigenartigen Schnurren übergehen, welche uns der ganze Strang in Fig. 13 *a* zeigt. Aus der Fig. 13 *b* wäre der Schluß zu ziehen, daß der mediane Strang sich bei seiner Kontraktion in enorm kleine, gleichmäßige Spiralwindungen legt, die als solche nicht mehr unterscheidbar sind und diese eigenartigen welligen Strukturen am Strange hervorrufen.

Die beschriebene Form der Zusammenziehung des Stielfadens ist für mich bestimmend für meine Auffassung des Vorganges. Gerade die feinen Schnurren, in die sich derselbe in Fig. 13 *a* und im obern Teile von Fig. 13 *b* zusammengezogen hat, scheinen mir dafür zu sprechen, daß die Kontraktion selbsttätig erfolgte, daß also der Stielfaden in erster Linie einen Muskel darstellt. Wäre es lediglich eine elastische Faser im Sinne entsprechender Strukturen der höhern Tiere, wäre also die Zusammenziehung passiv infolge Kontraktion des Stielplasmas erfolgt, so würde der Stielfaden meiner Ansicht nach sich nur in lockere Spiraltouren zusammenlegen können.

Was nun für den Stielfaden gilt, glaube ich auch für die im Körper des Cnidoblasten selbst liegenden Fadenteile annehmen zu dürfen, namentlich aber für jenen gestreckten abwärts ziehenden Teil desselben, der sich unterhalb der Kapsel, wie wir sahen, in eine Anzahl von Fäden auflöst, die an der Oberfläche der Kapsel der Länge nach entlang ziehend, diese also mit einem Mantel von Längsmuskeln umgeben. Wenn an diesen auch eine Kontraktion nicht wahrgenommen werden konnte, so liegt das einerseits daran, daß man diesen Teil des Fadenapparats immer nur in wenigen

glücklichen Fällen zu Gesicht bekommt, und dann ist vor allem nicht zu vergessen, daß mir nur konserviertes Material vorlag, an dem die Kapseln durchweg im ruhenden Zustand angetroffen wurden.

Daß auch der spiralige Teil des Knäuelbandes weiterer Kontraktion fähig ist, erhellt einerseits aus einem Vergleich der Figg. 7, 8, 12 mit Fig. 9, andrerseits spricht die Tatsache dafür, daß die Verfolgung der Spiralen des Knäuels in vielen Fällen gerade durch die enge Zusammenlegung der Windungen erschwert wird.

So halte ich das ganze Band in allen seinen Teilen in erster Linie für einen komplizierten Muskelapparat, der bei dem Explosionsprozeß der Cnide eine Rolle zu spielen hat. Mit dieser Auffassung halte ich es durchaus vereinbar, wenn ihm noch außerdem eine, namentlich gilt dies vom Knäuelabschnitt, rein mechanische, elastische Rolle zugeschrieben werden muß, die darin besteht, nach der Explosion und nach dem eventuellen Einbohren des Nesselfadens in ein Beutetier, das Zerreißen des Cnidoblastenstieles zu erschweren und dadurch die Beute am Entkommen zu hindern.

Als weiteres Produkt der Bildungszellen von *Velella* erwähnt Schneider (56) in seiner Arbeit noch eine glänzende, die Kapsel einhüllende Membran, fällt aber über ihre Natur keine Entscheidung. Diese Hülle ist, wie ich mich überzeugt habe, an jeder Cnide vorhanden. Ich halte sie aber für nichts anderes als für eine Membran, mit der sich das Plasma gegen die Kapsel abgrenzt, wie in gleicher Weise die Zellen und auch ihre Nuclei sich von ihrer Umgebung durch eine Membran trennen.

Ein anderes wichtiges Erzeugnis des Cnidoblasten ist das Cnidocil. Während Bedot (3) es an den Nesselorganen von *Velella* als einfache Borste zeichnet, finde ich bei Murbach (48) und Schneider (56) keine hierauf bezüglichen Angaben. In seinen Zeichnungen stellt der erstere es einfach als kuppenförmige Erhebung des Cnidoblasterrandes dar. Iwanzoff (30) dagegen teilt mit, daß es sich bei der Maceration leicht in 3 oder 4 Börstchen auflöse, aus deren Verlöten es sich gebildet habe. Ich werde hier etwas näher auf den Bau des Cnidocils eingehen, weil man dieselben Verhältnisse auch an fast allen von mir untersuchten Nesselorganen anderer Cnidarier wiederfinden wird.

Das Cnidocil erhebt sich bei *Velella* meistens auf der Seite des Cnidoblasten, auf welcher auch das Fadenknäuel gelegen ist. Es wird jedoch nicht von 3 oder 4 Härchen gebildet, wie Iwanzoff glaubt, sondern an seinem Aufbau ist stets eine größere Anzahl,

etwa 5—8 Fasern beteiligt. Diese färben sich sonderbarerweise genau so wie das daneben liegende Fadenknäuel, so daß ich zuerst in dem leicht erklärlichen Irrtum befangen war, das Cnidocil setze sich direkt in das Fadenwerk fort; eingehende Untersuchungen haben mir aber gezeigt, daß es in keiner Weise mit dem Knäuel in Verbindung steht. Die Länge der Cnidocilelemente ist eine verschiedene: daß sie außerordentlich weit hinabreichen können, wird durch die Fig. 14 bewiesen. Ihren Ursprung nehmen diese Fasern inmitten des die Kapsel umgebenden Plasmas und streben dann der Cuticula zu. Sie berühren sich jedoch bald, weil sie nicht genau parallel nebeneinander verlaufen, sondern sich immer mehr zusammendrängen. Gleichzeitig nähern sich aber die seitwärts liegenden Fasern durch seitliches Vorrücken immer mehr, so daß in einer gewissen Höhe die Teile des Cnidocils eine an einer Seite geöffnete Röhre bilden. Stoßen die seitlichen Elemente zusammen, so schließt sich der sogestalt gebildete Tubus, eine von den Fasern tritt in die Mitte, und während die andern bald enden, steigt die mittlere noch etwas höher empor (Fig. 9 *mf*). Die Vereinigung der das Cnidocil zusammensetzenden Stäbchen kann vor dem Durchbrechen der Cuticula erfolgen, so daß nur die mittlere Faser sich über diese erhebt, oder auch erst außerhalb stattfinden. Am schönsten erkennt man den Aufbau des Cnidocils bei der Betrachtung von oben her (Fig. 15). Stellt man den Fuß des reizleitenden Apparats ein, so erblickt man mehrere fast geradlinig aneinandergereihte Punkte (Fig. 15 *a*); je höher man einstellt, desto mehr drängen diese zusammen (Fig. 15 *b*), bis man bei ganz hoher Einstellung das in Fig. 15 *c* wiedergegebene Bild erhält. Würde man die Spitze des Cnidocils einstellen, so müsste man, wie aus dem oben Gesagten folgt, nur noch einen Punkt, die mittlere Faser, wahrnehmen können.

Von dem Kern des Cnidoblasten ist nicht viel zu erwähnen. Er hat gewöhnlich linsenförmige Gestalt und liegt seitlich der Kapsel an, wird aber durch das Fadenknäuel meistens dem Auge entzogen. Häufig lassen sich scharf begrenzte Chromatinkörnchen, die einem Gerüstwerk eingelagert sind, in ihm erkennen (Fig. 1, 5 *n*).

Ich möchte jetzt noch mit einigen Worten auf einen eigenartigen Aufsatz eingehen, der nur dem Cnidoblasten der einen großen Nesselkapselform zukommt. Während die Bildungszelle der ovalen Cniden-Art mit der Cuticula abschließt und diese nur mit ihrem Cnidocil überragt, erhebt sich das Plasma der großen rundlichen Nesselkapselform noch als ringförmiger Aufsatz etwas über die

Cuticula, wie an dem Längsschnitt durch eine solche Cnide (Fig. 1) auch erkennbar ist. In diesem besondern Abschnitt des Cnidoblasten verlaufen parallel nebeneinander eine ganze Anzahl feinster, mit Hämatoxylin sich färbender Fasern, wie sie uns auch die Cnidoblasten anderer Cnidarier wieder zeigen werden. Am besten erkennt man sie bei Betrachtung des Entladungspols von oben her. In Fig. 16 blickt man direkt von oben auf die Explosionsöffnung herab und sieht die als blaue Punkte erscheinenden Fibrillen (*stv*) letztere ringförmig umgeben. Fig. 17 zeigt die Auftreibung des Cnidoblasten mit den Fäserchen etwas schräg von oben. Man erkennt, daß diese allein auf den Aufsatz beschränkt bleiben und nicht weiter in den Cnidoblasten hineinziehen. Ein Cnidocil ist bisweilen (Fig. 17), doch nicht immer vorhanden. Es wäre ja auch denkbar, daß diese Stäbchen, die sich nicht von Cnidocilfasern unterscheiden lassen, die Funktion der letztern mit übernehmen könnten. Vor allem hat man jedoch in diesen Elementen nur Streifen dichtern Protoplasmas zu erblicken. Sie finden sich bei *Velella*, wie ich schon erwähnte, nur am Cnidoblastenrande der rundlichen großen Nematocytenform und bilden das beste Unterscheidungsmerkmal zwischen dieser und der länglich ovalen Cniden-Art.

Fast alle eben behandelten Bestandteile des Cnidoblasten, wie Stiel, medianer Strang und Cnidocil, fehlen den reifenden, fälschlich als besondere Art gedeuteten Kapseln, soweit sie noch auf der Wanderung zu den Nesselwülsten begriffen sind. Das Fadenknäuel dagegen ist stets schon vorhanden. Sind die reifenden Cniden erst in die Nesselbatterien gelangt, so differenziert sich allmählich aus einer Längsstreckung des die Kapsel einschließenden Protoplasmas der Stiel mit der spindelförmigen Verdickung, worauf die Anheftung an die Stützlamelle erfolgt. Unterdessen hat sich auch der mediane Strang entwickelt, die Kapsel selbst und ihre einzelnen Teile haben ihre volle Reife erlangt, sie braucht nur durch weitere Verlängerung des Fortsatzes an die Cuticula gehoben zu werden, und die Cnide ist zum Beutefang oder zur Verteidigung verwendbar. In Fig. 18 habe ich einen Schnitt durch eine reifende Nematocyte abgebildet. Das Fadenknäuel ist nicht mitgetroffen, im übrigen wird die Figur aber zur Erklärung des eben Gesagten geeignet sein.

II. *Tubularia mesembryanthemum.*

In seiner Arbeit über den Bau der Hydroidpolypen beschreibt C. F. Jickeli (33) bei *T. mesenbryanthemum* 4 voneinander abweichende

Arten von Nesselkapseln. Das Vorhandensein dieser Formen kann ich bestätigen, und ich benutze deshalb auch die von diesem Autor angewandte Bezeichnungsweise.

Die in zwei Größen auftretenden eiförmigen Nesselkapseln besitzen einen Achsenkörper, um dessen untern Abschnitt der Faden in der ruhenden Cnide in mehrere Spiralwindungen gelegt ist. Die beiden andern Typen von Cnidocysten entbehren des Halsstückes, infolgedessen hat auch der Schlauch eine andere Aufwindungsweise. Nach Jikeli (33) bildet er bei den birnförmigen Nesselorganen eine einfache Schlinge innerhalb der Kapsel. Diese Angaben sind richtig. Leider konnte ich an meinem Material keine einzige explodierte Cnide dieser Art vorfinden. Es wäre ganz interessant, die Form des ausgestülpten Schlauches kennen zu lernen. Obwohl aus dem ganzen Bau zu schließen ist, daß der Faden nach der Explosion sich korkzieherförmig umlegt, wie es schon von den kleinen birnförmigen Nesselkapseln des Süßwasserpolypen her bekannt ist, so wäre jedoch auch denkbar, daß wir hier rudimentäre Nesselorgane vor uns haben. Hiergegen spricht allerdings das ziemlich häufige Vorkommen dieser Cniden-Art. Die Aufwindungsweise des Fadens im Innern der langgestreckten Nesselkapselart konnte von Jikeli durch die Kapsel hindurch nicht erkannt werden. Wie ich finde, ist sie die gleiche wie bei den kleinsten Nematocysten von *Velella*: der Schlauch ist im Bläschen zu mehreren neben- und aufeinander liegenden Schlingen eingerollt.

Wie zu erwarten ist, finden sich die verschiedenen Arten der Nesselorgane in besonders reicher Anzahl auf den Tentakeln vor. Ein Unterschied hinsichtlich der Menge der Nematocysten ist zwischen dem obern und untern Tentakelwirtel nicht zu bemerken. An den übrigen Körperregionen findet man nur sehr selten zu Gruppen vereinigte, vollkommen ausgebildete Nesselorgane, dagegen sind ihre Entwicklungsstadien überall im Ectoderm verteilt. Am häufigsten von allen 4 Cnidocystenformen ist die kleinere eiförmige; nächst ihr tritt die birnförmige Kapselart mit dem schlingenförmigen Faden zahlreich auf. In der numerischen Verteilung der Nesselorgane scheinen bei den einzelnen Arten der *Tubularia* mehr oder minder große Verschiedenheiten vorzuliegen.

Bei der nun folgenden Beschreibung des Cnidoblasten werde ich mich vor allem an den der kleinern eiförmigen Cniden halten weil letztere am häufigsten vorkommen, außerdem auch ihr Cnidoblast verhältnismäßig umfangreich ist, so daß alle Einzelheiten mit ziem-

licher Klarheit erkannt werden konnten. Die Kapsel wird von einer voluminösen, fast kugelförmigen Plasmamasse umhüllt, die am untern Pol des Bläschens sich plötzlich stark verschmälert, um in einen Stiel von gleichmäßiger Dicke überzugehen, der sich an die Stützlamelle anheftet, ohne sich, wie wir es bei *Velella* gesehen haben, vor der Verbindung mit jener Membran nochmals zu verdicken.

Auch hier wird die Achse des Stieles von einem sich mit Heidenhain's Hämatoxylin intensiv färbenden Stielmuskel durchzogen, der relativ so ansehnlich ist, daß das Plasma nur einen dünnen Überzug über ihn bildet. Der axiale Strang teilt sich vor der Verschmelzung des Stieles mit der Stützlamelle in feinere Fibrillen, scheint aber auch häufig mit einer flachen fladenförmigen Verbreiterung dieser Membran aufzusitzen. Jedenfalls ist die Vereinigung von Stiel und Stützlamelle, wie schon Jikeli nachwies, eine sehr feste. Ebenso wie der Stielmuskel färbt sich im obern verbreiterten Teile des Cnidoblasten ein scheinbar bandartiges Gebilde, das fast so breit ist wie die Kapsel lang und letztere als breiter Ring umgibt (Fig. 19, 20 *rm*). Bei guter Differenzierung und genauer Beobachtung läßt sich jedoch erkennen, daß dieses Band aus mehreren parallel nebeneinander verlaufenden Fasern besteht, die wie Tonnenreifen die Kapsel umfassen. Allem Anscheine nach gehen sie direkt aus einer Verästelung oder Teilung des auf der einen Seite des Cnidoblasten gelegenen Stielmuskels hervor. Diese Fasern stellen Ringmuskeln dar, deren Windungszahl zwischen 4 und 9 variiert; in der Regel sind 7 oder 8 vorhanden. Zwischen ihnen beobachtet man gelegentlich ein Netzwerk feinster plasmatischer Fäserchen, die jedoch nur an ausgezeichnet gefärbten Präparaten und dann auch nur undeutlich nachweisbar sind.

Jikeli nimmt an, daß bei der Explosion der Kapsel diese seitlich durch Bersten der Umhüllung frei werde und nicht am obern Ende des Cnidoblasten herausgeschleudert werde. Diese Ansicht ist meiner Meinung nach verfehlt. Jede Kapsel ist selbstverständlich in ihrer Bildungszelle so orientiert, daß ihre Stilette mit ihrer Spitze nach dem Entladungspol hin gerichtet sind. So ist es auch bei den Nesselorganen von *Tubularia*. Hier zeigen die Stilette aber nicht nach der Seite des Cnidoblasten, sondern senkrecht zu dieser Richtung zur Cuticula hin. Überdies ist durch den breiten, die Kapsel umgebenden Ring ein seitliches Bersten der Umhüllung und Freiwerden der Cnide unmöglich gemacht. Die von mir an den Tentakeln aufge-

fundenen entladenen Nesselzellen zeigten auch keinerlei Abweichung von der normalen Entladungsweise.

Einen ähnlichen Bau wie die eiförmigen haben die kleinern birnförmigen Cnidocysten. Auch sie besitzen einen Stiel, der mit der Stützlamelle eine feste Verbindung eingeht. Auch ihnen kommt sowohl der Stielmuskel wie auch dieselbe Ringmuskulatur zu, wie es die Fig. 22 deutlich erkennen läßt. Abgesehen von ihrer Größe und der schlingenförmigen Aufwindungsart des Nesselfadens unterscheiden sie sich dadurch von den eiförmigen, daß bei ihnen der Kern meistens unterhalb der Kapsel liegt, wohingegen er bei der größern Nematocysten-Art immer seitlich in der Höhe der Ringmuskeln sich befindet (Fig. 19 u. 22 *n*). Er hat bei beiden Cnidenformen rundliche Gestalt und beweist durch sein stark ausgeprägtes Färbungsvermögen seinen Reichtum an chromatischer Substanz.

Betrachtet man den Cnidoblasten der großen wie der kleinen Kapseln vom obern Pol, so zeigt sich im Plasma der Bildungszelle im Umkreise der Explosionsöffnung eine feine radiäre Streifung (Fig. 23). Es handelt sich wie bei dem einen Nesselorgan von *Velella* um einen Kranz kurzer stäbchenförmiger Differenzierungen, die sich mit Hämatoxylin lebhaft imprägnieren. In dieser Oberflächenansicht sehen wir den Stäbchenkranz an einer Stelle durch einen größern ebenso gefärbten Punkt unterbrochen. Derselbe stellt den optischen Querschnitt des Cnidocils dar. Im übrigen besitzt der Cnidocilapparat der Cnidoblasten beider Kapselarten den gleichen Bau wie bei *Velella*. Er besteht aus ca. 5—7 feinen Stäbchen, die eine Strecke nebeneinander verlaufen, sich dann seitlich berühren und eins der Fäserchen in ihre Mitte nehmen, das dann die andern etwas überragt. Eine Cnidocilröhre, wie sie Jikeli (33) an den großen Nematocysten gefunden haben will, ist also in Wirklichkeit nicht vorhanden.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Bildungsstadien der Nesselzellen. Sie finden sich in reicher Anzahl im Ectoderm des Hydranthenstieles, dann auch in weiter fortgeschrittenen Stadien zerstreut zwischen den Ausläufern der ausgebildeten Nesselzellen in den Tentakeln. Von einem Stiel ist an den jugendlichen Cnidoblasten noch nichts wahrnehmbar. Bei länglicher Gestalt lassen sie an einem Pol das sich bildende Bläschen, am andern den ziemlich umfangreichen Nucleus erkennen. Vom Kern aus ziehen bis zum obern Ende der Bildungszelle mit Hämatoxylin sich intensiv färbende Fasern hin, wie sie Fig. 24—29 bei seitlicher Ansicht und

Fig. 30 im Querschnitt zeigen. Sie verlaufen entweder ungeteilt über die Kapsel hinüber (Fig. 24—26), oder sie können sich auch an beliebiger Stelle in einen oder mehrere Äste gabeln (Fig. 27—29). Etwas weiter entwickelt sind die Stadien, die schon bis an ihre Verbrauchsstelle, die Tentakel, hinaufgewandert sind. Fig. 31 zeigt einen derartigen Cnidoblasten. Man sieht schon den Beginn des sich bildenden Stieles und gewahrt in ihm einzelne Teilchen des angeschnittenen oder sich erst differenzierenden Stielmuskels (*mstr*). Vor allem aber ist die Kapsel in einer Drehung um 90° begriffen (vgl. d. Fig.), so daß die ursprünglichen Längsfibrillen zu Querfasern werden müssen.

Es erübrigt sich noch, nach dieser allgemeinen Beschreibung der Produkte der Bildungszelle kurz auf die histologische Dignität des axialen Stranges und seiner Fortsetzung, sowie auf die Deutungen, die der Cnidoblastenstiel im Laufe der Zeit von den verschiedenen Autoren erfahren hat, einzugehen.

Ciamician (19) beschrieb als erster feine plasmatische Ausläufer der Bildungszellen von *Tubularia*. Diese Fortsätze sollen der Muskelschicht zustreben, in eine Schicht feiner Fasern zerfallen und als solche den Muskelfibrillen aufgelagert sein. Das Vorhandensein von Stielen an den Cnidoblasten von *Tubularia* wurde von Hamann (26) bestätigt. Er behauptete aber im Gegensatz zu Ciamician, daß diese Ausläufer sich niemals in feine Stränge, die den Muskelfibrillen aufliegen, zerteilen. Hamann läßt sie zwischen den letztern endigen. Aus seinen weitern Ausführungen geht hervor, daß sich die Stiele der Cnidoblasten von *Tubularia* ebenso verhalten wie die anderer Cölenteraten, d. h. sich an der Stützlamelle inserieren und dadurch ihre Natur als Stützfasern zu erkennen geben. Jikeli (33) vermutet, daß die Stiele der Cnidoblasten von *Tubularia* stark lichtbrechende Muskelfasern vorstellen. Nach Schneider (55) besteht der Fortsatz aus einem gleichmäßig dünnen Faden, der unterhalb der Kapsel mit der Muskelhülle verschmilzt, die wie bei *Hydra* die Kapsel gänzlich bis auf eine kleine Öffnung am Entladungspol einschließen soll.

Ich vertrete die Ansicht, daß auch bei *Tubularia* der axiale Strang wie auch seine Fortsetzung, die ringförmigen Fasern, typische Muskelfasern vorstellen. Während die jugendlichen Cnidoblasten Längsmuskelstränge haben, wie wir sie noch an den ausgebildeten Bildungszellen anderer Cnidarier als bleibenden Bestandteil auffinden werden, bilden sie sich bei *Tubularia* mit zunehmender Reife zur

Ringmuskulatur um. Das so entstandene kontraktile Band zeigt an konserviertem Material häufig eine Kollabierung (Fig. 21c). Ich glaube nun, daß auf den Zusatz von Reagentien sich die Muskulatur dergestalt kontrahierte, wohingegen sie bei frischen Cnidocysten sich kreisförmig (Fig. 21a u. b) um die Kapsel legen wird.

Meine Zeichnungen werden wohl zur Genüge beweisen, daß eine muskulöse Membran, wie sie Jikeli und Schneider beschreiben und abbilden, in Wirklichkeit nicht vorhanden ist, will man nicht das dünne Häutchen, das das Plasma der Bildungszelle von dem Bläschen scheidet, als solche deuten (Fig. 30). Das von mir aufgefundene muskulöse Band hat mit der von beiden Forschern beschriebenen Hülle nichts zu schaffen. Das Band geht direkt in den Stielmuskel über, der wohl von beiden Autoren übersehen wurde, die kontraktile Umhüllungsmembran soll sich in den Stiel des Cnidoblasten fortsetzen, der von Jikeli wie von Schneider allem Anscheine nach in toto als Muskelfaser gedacht wurde.

III. *Pennaria cavolinii.*

Von den Nesselkapseln von *Pennaria* gibt Iwanzoff (30) eine ziemlich ausführliche in vielen Punkten zutreffende Beschreibung, die ich nur in einzelnen Teilen ergänzen resp. richtig stellen möchte.

Iwanzoff beschreibt als erste Nematocysten-Art eine große Kapselform mit Achsenkörper, die in den geknöpften Tentakeln und an der Basis des Polypenkörpers vorkommen soll. Jedoch sind nach meinen Untersuchungen nur die in den Nesselknöpfen an der Spitze der Tentakel befindlichen großen Cniden vollkommen reif und damit explosionsfähig. Dagegen zeigen die an anderer Stelle im Ectoderm befindlichen Vertreter dieser Kapselart durch ihre der Längsrichtung des Tentakels parallele Lage an, daß sie sich erst auf dem Wege zu ihrer Verbrauchsstelle, in diesem Falle der Spitze der Tentakel, befinden.

Daß das Halsstück, wie Iwanzoff (30) gesehen zu haben glaubt, bei den Macrocniden von *Pennaria* ungleichmäßig verdickt sei, möchte ich bezweifeln. Eine derartige Strukturierung der Achsenkörperwandungen würde wohl bei der Explosion der betreffenden Kapsel der schnellen Ausstülpung hinderlich sein, wenn nicht sie ganz unmöglich machen. Außerdem wäre es überaus unzweckmäßig, wenn die Wände des Halsstückes, durch die ja nach der Iwanzoff'schen Theorie das die Entladung veranlassende Wasser nach Ablösung des Kapseldeckels hindurchdiffundieren soll, noch so übermäßig ver-

dickt wären. Ich möchte annehmen, daß Iwanzoff sich auch hier wie bei *Velella* durch die Fältelungen des Achsenkörpers an den entladenen Kapseln hat täuschen lassen.

Die Borsten auf dem Achsenkörper beschreibt der russische Forscher folgendermaßen: „An der Grenze beider Teile des Achsenkörpers sitzen drei mit ihrer Spitze seitwärts und etwas nach hinten gerichtete Widerhaken. Von der Basis jedes Widerhakens zieht sich längs des distalen Teiles des Achsenkörpers, sich etwas von links nach rechts spiralig windend, je eine Reihe kurzer, ebenfalls mit ihren Spitzen seitwärts und nach hinten gerichteter Härchen. Wir haben folglich im ganzen drei spirale Reihen von Härchen, ganz ebenso, wie wir es bei den Actinien gesehen haben, und welche ebenso gewunden sind. Die Widerhaken stellen nichts anderes vor als vergrößerte Härchen jeder Reihe." Diese Angaben kann ich bestätigen. Die Anordnung der Härchen ist dieselbe, wie wir sie bei den großen Nesselorganen der *Velella* vorgefunden haben und noch an denen anderer Cölenteraten antreffen werden. In seinem weiterm Verlaufe ist der Nesselfaden vollkommen glatt.

Die eben behandelte Kapselform tritt in 2 Varietäten, einer größern und einer kleinern Form, auf.

Von ihnen unterscheidet sich deutlich durch ihre Form und Größe eine 3. Nematocysten-Art, die überall im Ectoderm, besonders häufig aber auf einer bestimmten Seite der Tentakel vorkommt und an Zahl alle andern Nesselorgane übertrifft. Die Kapsel ist ein zylindrisches Bläschen, dessen innere Wandung in einen unbewehrten Achsenkörper und dieser wiederum in den verhältnismäßig kurzen Faden übergeht. Als Besonderheit dieser Cnide erwähnt Iwanzoff (30) folgendes: „Was ähnliche Kapseln von allen früher beschriebenen unterscheidet, ist das Vorhandensein eines stark lichtbrechenden runden Körperchens, welches sich durch Methylenblau nicht so intensiv färbt wie die die Kapsel ausfüllende gelatinöse Masse. Bei der Entladung bleibt dies Körperchen entweder unverändert oder nimmt eine unregelmäßige Form an, bekommt Risse oder bedeckt sich mit Vertiefungen. Scheinbar haben wir hier eine weitere Umbildung der gelatinösen Masse vor uns." Diese Beschreibung Iwanzoff's ist vollkommen richtig. Auch ich konnte mir über die Natur und den Zweck dieses Ballens keine Klarheit verschaffen; vielleicht kann man hierüber auch nur durch Untersuchung lebenden Materials Aufklärung erlangen.

Außer diesen schon von dem eben genannten Autor beschriebenen

Nesselkapseln fand ich noch eine gar nicht so selten vorkommende 4. Cnidocysten-Art. Diese hat viel Ähnlichkeit mit dem kleinsten (Fig. 22) Nesselapparat von *Tubularia*. Die Aufwindungsweise des Fadens im Innern der Kapsel vermochte ich nicht zu erkennen, einerseits wegen der leichten Färbbarkeit ihres Secrets, andrerseits auch wegen der Kleinheit des ganzen Gebildes. Aus der Form der zugehörigen Kapsel wäre eventuell zu schließen, daß der kurze Faden in eine einzelne Schlinge zusammengelegt ist, wie in dem ähnlich gebauten Bläschen von *Tubularia*.

Außer diesen streng voneinander verschiedenen, immer wieder in gleicher Form vorkommenden Kapselarten finden sich auch noch vereinzelt anders gestaltete Nematocysten, die wohl nur anormale Enwicklungsformen vorstellen. Die Cnidoblasten aller 4 Nesselkapseln weichen in ihrer äußern Gestalt und in ihren einzelnen Elementen etwas voneinander ab. Alle angeführten Formen besitzen gestielte Bildungszellen, deren proximaler Abschnitt mit der Stützlamelle in Verbindung tritt. Der Kern liegt nur bei der kleinsten Kapselart unterhalb des Bläschens, bei den andern nimmt er die gewöhnliche Lage an der Seite der Kapsel ein. Er ist bei den großen Nesselzellen ziemlich chromatinarm und infolgedessen nicht leicht nachweisbar; über seine Beschaffenheit an den Bildungszellen der andern Cnidocysten-Arten ist nichts Besonderes zu erwähnen.

An den beiden kleinen Cniden-Arten sind die Strukturverhältnisse der Cnidoblasten wegen ihrer Feinheit nur undeutlich zu erkennen; doch kann ich bei den kleinsten Formen das Vorhandensein eines Stielmuskels mit aller Bestimmtheit behaupten.

Klarer liegen die Verhältnisse bei der mittelgroßen Kapselart. Der plasmatische Stiel der Bildungszelle schwillt, wie schon Iwanzoff (30) nachwies, häufig um ein geringes kurz vor seiner Vereinigung mit der Stützlamelle an und grenzt sich scharf gegen die umgebenden Stützzellen ab. Iwanzoff beschreibt den Fortsatz des Cnidoblasten wie folgt: „Was den Fortsatz anbetrifft, so scheint hier die Ähnlichkeit mit einer glatten Muskelfaser nur eine rein äußerliche zu sein. Nach seinen optischen Eigenschaften und nach seinem Verhalten zu den Farbstoffen ist dieser Fortsatz in demselben Maße der Stützlamelle ähnlich, wie Hamann hinweist. Von seiner Contractionsfähigkeit konnte ich mich nicht überzeugen. Ich konnte, umgekehrt, oft sehen, daß der Stiel bei der Entladung der Nematocyste sich nicht contrahiert, aber aus dem Epithel hervorschnellt, wobei er auf sich die Nesselkapsel herausträgt.“ Die An-

gaben Iwanzoff's, soweit sie auf den eigentlichen Cnidoblastenstiel Bezug haben, decken sich mit meinen eignen Befunden; doch geht aus seinen Worten auch hervor, daß er — bei Schneider (55) blieb ich im Zweifel — den stets vorhandenen Stielmuskel nicht gesehen hat. Dieser verläuft in der Mitte des Cnidoblastenfortsatzes und löst sich an seinem proximalen Ende unter gleichzeitiger minimaler Verbreiterung des Stieles in feine Fäserchen auf, die ihrerseits fest in die Stützlamelle eingelassen sind. Unterhalb der Kapsel teilt er sich gleichfalls in feine sich oft noch wieder verästelnde Fasern, welche im Plasma der Bildungszelle an dem Bläschen entlang bis zum Entladungspol hinziehen (Fig. 32 *mstr*) und ebenso wie der Stielmuskel selbst als Muskelfasern gedeutet werden müssen. Häufig scheinen zwischen diesen Längsstreifen noch feinste Querfasern ausgespannt zu sein (vgl. vor. Fig.), doch möchte ich nicht mit Bestimmtheit für das Vorhandensein dieser Elemente eintreten. Der Untersuchung setzt das an konserviertem Material stark lichtbrechende Kapselsecret, vor allem aber auch die Feinheit der Strukturen selbst große Schwierigkeiten entgegen. Die Anzahl der aus der Teilung hervorgehenden Fibrillen ist eine wechselnde, in der Regel scheinen es 3 oder 4 zu sein. Auf einem Querschnitt durch eine Nematocyste ergeben sie mit ihren Verästlungen das in Fig. 33a u. b wiedergegebene Bild. Ich möchte annehmen, daß der axiale Strang auch hier von einer Anzahl aneinandergelegter Fibrillen gebildet wird, wie die Faser im Stiele der Nesselzellen von *Velella*. Dafür spricht der Zerfall in diese Elemente an seinem proximalen und distalen Ende. Andere Beweise für dieses Verhalten kann ich allerdings nicht anführen.

Das kurze, breite Cnidocil dieser Nematocysten-Art hat die gewöhnliche Lage und setzt sich, wie uns von den Cniden von *Velella* und *Tubularia* her bekannt ist, aus 5—8 Stäbchen zusammen.

Eine Hülle im Umkreise der Kapsel, wie Schneider (55) sie auffand, ist wohl vorhanden, steht aber nach Iwanzoff (30) nicht mit dem Stiele der Bildungszelle, wie Schneider annimmt, in Verbindung. Auch der Stielmuskel mit seinen Teilen verläuft im Plasma des Cnidoblasten, ohne sich irgendwie mit der Kapselumhüllung, die auf keinen Fall eine muskulöse Membran vorstellt, zu vereinigen.

Die eben beschriebenen Elemente treffen wir auch im Cnidoblasten der Macrocniden an, doch zeigen diese wiederum Besonderheiten, namentlich hinsichtlich ihrer Muskulatur, die wir an dem der kleinern Nesselorgane vermissen. Schneider (55) beschreibt ihn

folgendermaßen: „Auch hier — bei den großen Nesselorganen — existieren Stiel und die Membran im Umkreis der Kapsel; beider Zusammenhang ist aber ein lockerer, das Gerüst letzterer geht nach unten zu in eine parallelfaserige Verdickung (die auch von anderen indifferenten Linien durchflochten wird) über, welche als Stiel imponiert. Der Structur wegen ist er deshalb sicher nicht als Muskelbildung aufzufassen, vielmehr kann es sich nur um einen Stützfortsatz handeln.“ Im großen und ganzen kann ich Schneider's Angaben bestätigen. Ein aus fest verkitteten Fibrillen sich zusammensetzender Strang, wie ihn die Cnidoblasten der Macrocniden aufweisen, ist bei der großen Form von Nesselzellen nicht vorhanden. Wir haben bei ihnen noch ein ursprünglicheres Verhalten. Hier sind die einzelnen Fasern des Stielmuskels — die „parallelfaserige Verdickung“ Schneider's — noch nicht miteinander verbunden, sondern verlaufen parallel nebeneinander, konvergieren am basalen Abschnitt des Cnidoblastenstieles und treten mit der Stützlamelle in Konnex.

In dem die Kapsel einschließenden Abschnitt der Bildungszelle sind scharf begrenzte Längsmuskelfasern nur sehr selten nachweisbar. Statt ihrer bemerken wir dagegen an gut gefärbten Schnitten ein die Cnide allseitig umhüllendes außerordentlich zierliches Netzwerk (Fig. 34), das wohl nur das protoplasmatische Wabenwerk der Bildungszelle repräsentiert.

Über die Strukturverhältnisse am obern Abschnitt des Cnidoblasten vermag die Betrachtung eben angeschnittener Nesselzellen von oben her die besten Aufschlüsse zu liefern. Man erblickt dann überraschend zierliche Bilder, wie ich sie in Fig. 35 u. 36 wiedergegeben habe. Man erkennt eine große Anzahl feinster radiär verlaufender Linien, die von dem am Rande der Zeichnungen sichtbaren Netzwerk (*mn*) abgehen und in gestrecktem Verlaufe der Explosionsöffnung zustreben. Um diese Stelle herum scheinen sie einen festen Ring (Fig. 35 u. 36 *r*) zu bilden, an dessen einer Stelle der verhältnismäßig ansehnliche Cnidocilapparat sich befindet. Alle Stränge verlaufen immer innerhalb des Plasmas des Cnidoblasten, so daß sie nichts mit der die Kapsel umhüllenden Membran zu schaffen haben, die nur als strukturlose Hülle den Cnidoblasten gegen die Kapsel abschließt. In Fig. 36, wo der Schnitt nur einen Teil des obern Cnidoblastenrandes getroffen hat, ist diese Membran deutlich wahrnehmbar (Fig. 36 *mu*). Am besten werden vielleicht die Verhältnisse zwischen Maschenwerk und den eben beschriebenen Strukturen durch Fig. 37 erläutert. Diese entspricht einem Schnitt, der durch den

Teil eines Cnidoblasten, wie Fig. 35 ihn darstellt, in der Richtung der punktierten Linie *l* geführt ist. Die beiden gegenüberliegenden Wände des Cnidoblasten würden natürlich im Leben der vom Schnitt nicht getroffenen Kapsel direkt anliegen. Jederseits von *a*—*b* erstreckt sich das vorhin beschriebene Netzwerk. Dann erfährt der Cnidoblast eine Biegung um 90°; von diesem Punkte *b*—*c* zeigt sich die regelmäßige fibrilläre Struktur, die man in Fig. 35 u. 36 von oben sieht. In Fig. 38 habe ich das Stück eines Cnidoblasten gezeichnet, das in Fig. 37 von den beiden Linien *l* eingeschlossen ist. Bei *b* sind schon die radiären Streifen, die als blaue Punkte erscheinen, angeschnitten worden, dagegen sind an der gegenüberliegenden Seite bei *a* nur die Wände der Bildungszelle mit dem Netzwerk getroffen worden. Ob letzteres nun direkt in die radiären Fasern übergeht oder ob diese getrennt von ihm entstandene Fibrillen vorstellen, wird sich wohl nur sehr schwer entscheiden lassen. Wir haben in den Streifen des obern Cnidoblastenabschnitts bei *Pennaria* dieselben Strukturen vor uns, die uns die eine Nematocystenform von *Velella* und 2 von *Tubularia* im Umkreise ihres Entladungspoles zeigten.

Der Bau des Cnidocilapparats der Macrocniden wird durch den Vergleich der Figg. 35 u. 37 klar. In Fig. 35 sehen wir ihn von oben; wir erkennen, daß er scheinbar eine unvollkommen geschlossene Röhre bildet, in deren Mitte ein solider Strang (*mf*) aufwärts steigt. Würden wir die Spitze des reizleitenden Apparats einstellen, so würden wir keine Röhre mehr erblicken, sondern einzig und allein die mittlere Faser als Punkt wahrnehmen. In Fig. 37 ist der Cnidocilapparat (*cn*) in seiner gesamten Breitenausdehnung zu übersehen. Die Zeichnung zeigt uns, daß an seinem Aufbau eine größere Anzahl feinster Stäbchen beteiligt sind, die in dem Dache des Cnidoblasten ihren Ursprung nehmen und ebenso verlaufen wie die gleichen Elemente an den Bildungszellen der vorhin besprochenen Cnidarier.

Als wichtigstes Resultat dieser Untersuchungen ergibt sich, daß an den großen und mittlern Nematocysten von *Pennaria* — an den beiden andern Formen von Nesselorganen konnten in betreff dieses Punktes wegen ihrer Kleinheit keine Ergebnisse erzielt werden — mit Hämatoxylin sich imprägnierende Stränge innerhalb des Cnidoblasten vorkommen. Die Natur dieser Gebilde ist von den verschiedenen Autoren auch verschieden gedeutet worden. Daß die Stiele der Cnidoblasten wegen ihrer optischen Eigenschaften und

ihres Verhaltens zu den Farbstoffen der Stützlamelle ähnlich sein sollen, wie Hamann (26) und nach ihm Iwanzoff (30) annehmen, ist an und für sich nicht genügend begründet. Dem Fortsatze allein aus dem Grunde, weil er sich an der Stützlamelle inseriert, seine muskulöse Natur abstreiten zu wollen, würde wohl auch zu weit führen. Das Plasma, das den Ausläufer der Cnidoblasten bildet, ist genau das gleiche, das auch die Kapsel umhüllt, also auf keinen Fall kontraktile, besonders differenzierte Substanz. Daß also der Cnidoblastenstiel als Ganzes sich selbständig kontrahieren kann, glaube auch ich nicht, wohl aber wird er sich nach dem Zusammenziehen des in seinem Innern verborgenen axialen Stranges verkürzen können.

Ich nehme also an, daß der axiale Strang, sei es als scheinbar einfache Faser im Cnidoblastenausläufer der Microcniden, oder als parallele Fibrillen im Cnidoblastenstiel der Macrocniden, ein muskulöses Element repräsentiert, sowohl wegen seines optischen Verhaltens als auch besonders wegen seines für Muskelfasern typischen Tinktionsvermögens.

IV. *Hydra* L.

1. Die 4 verschiedenen Arten der Gattung *Hydra* und ihre Unterscheidung.

Bevor ich die Beschreibung der Nesselzellen der Süßwasserpolypen vornehme, möchte ich, entsprechend dem Beispiel einiger meiner Vorgänger, auf unsere so oft beschriebenen und doch wohl nicht mit Sicherheit festgestellten *Hydra*-Arten eingehen. Es ist dies um so notwendiger, als neuerdings die für den nicht histologisch Gebildeten immerhin wichtigen äußern Kennzeichen arg vernachlässigt wurden und mir überdies durch das genaue Studium der Nesselkapseln neue Merkmale an die Hand gegeben sind, die auch den strengsten Anforderungen an die Artunterscheidung genügen dürften. Mit Hilfe dieser Kennzeichen gelang es mir, eine 4. Hydren-Art, die schon lange als überhaupt nicht existierend angesehen wurde, nunmehr einwandsfrei als sichere Species nachzuweisen.

Trembley (65), der Entdecker der Hydren, unterschied 3 verschiedene Polypenarten, und zwar nennt er sie le polype verd, le polype de la seconde et le polype de la troisième espèce, und gibt von jeder Species eine sehr exakte Beschreibung. An ihn schloß sich Rösel v. Rosenhof (50) an, indem er einen grünen Polypen

mit langen hörnerförmigen Armen und als neue Art den blassen strohgelben Polypen mit kurzen hörnerförmigen Armen unterschied. Unabhängig von Rösel scheint Schäffer (52) auch den von letzterm angegebenen blassen Polypen untersucht zu haben. In seiner ersten Arbeit vom Jahre 1754 unterscheidet er nur langarmige Schwanzpolypen, halblangarmige und kurzarmige Polypen. Wie aus seinen weitern Ausführungen hervorgeht, ist die von ihm untersuchte kurzarmige Polypengattung nicht mit dem von Trembley (63) und Rösel (50) beschriebenen grünen Polypen identisch, denn an Schäffer's kurzarmigen Hydren trat die grüne Färbung, die von dem Schweizer Forscher und von Rösel als für den grünen Polypen konstant angegeben wurde, nur periodisch auf und wurde dann wahrscheinlich nur durch verschlungene grüne Tiere hervorgerufen. Danach kann der kurzarmige Polyp Schäffer's nur mit dem blassen Polypen Rösel's identisch sein. In einer spätern Arbeit (53) hat Schäffer dann auch die Auffindung der 4. Species, des grünen Polypen, bekannt gegeben und ihn genau beschrieben. Die von Rösel und Schäffer zuerst aufgefundene neue Polypenart soll dann von Pallas im Jahre 1766 wieder behandelt worden sein. Leider war mir die Arbeit dieses Autors nicht zugänglich. Von nun an wird der blasse strohgelbe Polyp Rösel's in der Literatur nur noch nebenbei erwähnt, von vielen Autoren wird überhaupt seine Existenz in Frage gezogen. Da die von den ältern Forschern hauptsächlich herangezogenen rein äußern Unterscheidungsmerkmale allzu sehr auch von äußern Einflüssen wie Temperatur, verschiedenfarbige Nahrung usw. abhängen, also nicht für alle Fälle zuverlässig sind, suchte man nach andern Kennzeichen. Solche wurden von Mereschkowsky (44) und vor allem von Haacke (23) in der verschiedenen Anlage der Tentakel an den jungen Knospen aufgefunden. Der letztere unterschied danach eine *Hydra viridis*, *Hydra tremblei* und *Hydra roeseli*. Die Art und Weise der Tentakelbildung an der ersten Gattung wurde von ihm nicht in den Kreis seiner Untersuchungen hereingezogen, dagegen konstatierte er, daß bei *Hydra tremblei* alle Arme, bei *Hydra roeseli* nur 2 einander gegenüberliegende Tentakel zu gleicher Zeit an den jungen Knospen hervorsprossen.

Haacke's *Hydra tremblei* entspricht dem oraniengelben Polypen mit langen hörnerförmigen Armen Rösel's, und *Hydra roeseli* dem braunen Polypen mit langen hörnerförmigen Armen desselben Forschers. Für die *Hydra tremblei* finden wir jetzt auch noch die Bezeichnung

Hydra grisea, für die andere *Hydra fusca*. Zur selben Zeit beschrieb Asper (2) eine in den Engadiner Seen gefundene ziegelrot gefärbte *Hydra* als neue Art unter dem Namen *H. rhaetica*. 3 Jahre später machte Jikeli (32) auf andere Unterscheidungsmerkmale aufmerksam; er bewies, daß nach der Form der verschiedenartigen Nesselorgane sich 3 Süßwasserpolypenarten unterscheiden lassen, die er bezeichnet als *Hydra viridis*, *vulgaris* und *grisea*. Demgegenüber glaubte Nussbaum (49), daß die von Trembley und Rösel angegebenen Charakteristika zur Identifizierung der einzelnen Polypenspecies vollauf genügen, und stellte danach 4 Arten, *viridis*, *grisea*, *fusca* (*vulgaris* Jikeli) und *attenuata* (Pallas) auf, zog aber auch die Existenz der letztern Species in Zweifel. Schneider (54) unterschied 3 verschiedene Arten, nahm aber auch mit Jikeli an, daß zur Bestimmung der Species vor allem der anatomische Befund herangezogen werden müsse. Noch ein anderes Unterscheidungsmerkmal wurde von Brauer (4) aufgefunden. Dieser Forscher beschrieb nach der Form des Eies und dem Bau der Schale außer der allgemein anerkannten *Hydra viridis* 3 Arten und zwar *fusca*, *grisea* und *Hydra sp.*, läßt aber die Frage, ob man in letzterer eine neue Species erblicken soll, noch unentschieden. Nach ihm ist diese Art jedoch nicht identisch mit dem blassen, strohgelben Polypen Rösel's. Dagegen behauptete Downing (16) mit Bestimmtheit das Vorhandensein einer hermaphroditen Form *Hydra fusca* und einer getrenntgeschlechtlichen, die er mit dem Namen *Hydra dioica* belegt. Außerdem läßt er als Species *Hydra grisea* und *viridis* gelten. R. Hertwig (28) nimmt in seiner Arbeit über „Knospung der Geschlechtsentwicklung von Hydra fusca" einen entgegengesetzten Standpunkt ein und weist nach, daß es allein schon durch Kältewirkung möglich ist, *Hydra fusca* nur zur Erzeugung von einerlei Geschlechtsprodukten, und zwar von Hoden, zu veranlassen.

Die ältesten Autoren, wie Trembley, Rösel und Schäffer, betrachteten die Farbe der Polypen als eine ziemlich konstante Eigenschaft, mit deren Hilfe sich die einzelnen *Hydra*-Arten ihrer Meinung nach sehr gut voneinander trennen lassen. Doch machten sie schon die Erfahrung, daß die Färbung, abgesehen von der des grünen Polypen, in hohem Maße von der aufgenommenen Nahrung abhängig ist. Die Körpergestalt, die vor allen von Rösel zur Bestimmung der Arten herangezogen wurde, ist gleichfalls von der verschlungenen Beute abhängig. Wie sieht nicht eine *Hydra* aus, die ein sie selbst an Größe übertreffendes Tier, sei es nun eine besonders große Daphnide,

eine *Nais* oder eine *Corethra*-Larve, verschlungen hat? Wer kann an einem solchen unförmlichen, die Umrisse der in dem Gastralraum befindlichen Beute undeutlich nachahmenden Klumpen, bestimmen, um welche *Hydra*-Species es sich hier handelt? Während der durch mehrere Stunden sich hinziehenden Verdauung der aufgenommenen Nahrung sind auch die Tentakel fast ganz eingezogen, so daß man deren wahre Länge und damit eventuell auch die Polypengattung nicht feststellen kann. Überhaupt kann meiner Meinung nach die Länge der Tentakel, wenn sie auch bei einiger Übung eine genaue Identifizierung des betreffenden Polypen ermöglicht, als Unterscheidungsmerkmal erst in zweiter Linie in Betracht kommen, weil sie zu sehr von dem jeweiligen Zustande der *Hydra* abhängig ist und außerdem Vergleichsmaterial voraussetzt. Sie mag vielleicht für den Laien zur Erkennung und Unterscheidung der Polypenarten ihre Berechtigung haben, vor einer eingehenden wissenschaftlichen Prüfung muß sie jedoch ihre Bedeutung verlieren. Die Lichtempfindlichkeit, die nach Nussbaum's Angaben (49) *Hydra viridis* besonders auszeichnet, kann überhaupt nicht als Unterscheidungsmerkmal dienen, denn nach meinen Untersuchungen wendet sich jede Polypenspecies, sei sie nun grün oder grau, die eine mehr, die andere weniger, den belichteten Stellen zu. Anders verhält es sich mit dem von Mereschkowsky (44) und Haacke (23) aufgefundenen Erkennungsmittel. Dieses muß jedoch versagen, wenn, wie in der kalten Jahreszeit, die Knospung unterdrückt und durch die Erzeugung von Geschlechtsprodukten ersetzt ist. Umgekehrt sind die von Brauer (4) und Downing (13) angegebenen Kennzeichen für die einzelnen *Hydra*-Species, nämlich die verschiedene Form der Eier und die Struktur der Schale, nur im Winter zu studieren. Wenn sich auch wohl nach der Haacke'schen oder Brauer'schen Methode eine *Hydra*-Art genau bestimmen läßt, so erfordert sie jedoch einen viel zu großen Aufwand an Zeit und Material. Man ist also vor die Notwendigkeit gestellt, nach andern konstanten Unterscheidungsmerkmalen zu suchen, mit deren Hilfe sich eine Bestimmung sofort und ohne Schwierigkeit ausführen läßt. Als solches darf wohl, wie überall in Zweifelfällen, nur der histologisch-anatomische Befund in Betracht kommen, weil er an jedem Tiere und zu jeder Zeit ausführbar ist und einzig und allein vollkommen unanfechtbare Resultate zu liefern vermag, vorausgesetzt, daß wir überhaupt verschiedene Arten unter unsern Süßwasserpolypen unterscheiden können. Es ist das Verdienst Jikeli's (32), darauf aufmerksam gemacht zu haben,

daß die verschiedene Form der Nesselorgane ein vorzügliches Unterscheidungsmerkmal der *Hydra*-Species abgibt. Jikeli hat auch die Nesselorgane von *viridis*, *vulgaris* und *grisea* nebeneinander abgebildet. Seine Zeichnungen sind, was die Größen- und Formverhältnisse anbelangt, wohl ziemlich genau, sonst aber hinsichtlich der im Innern der Kapseln gelegenen Teile, die auch je nach der Art einen bestimmten Bau zeigen, nicht ganz einwandfrei. Ich glaube, Jikeli's Untersuchungen in einzelnen Punkten ergänzen und nach mehreren Seiten hin erweitern zu können.

Als ich im Verlaufe meiner histologischen und biologischen Untersuchungen mich im Wintersemester 1907—1908 näher mit den Süßwasserpolypen zu beschäftigen anfing, konnte ich nach Jikeli's Zeichnungen und Angaben außer der durch ihre grüne Farbe gekennzeichneten *Hydra viridis* 2 braune Polypenarten unterscheiden und zwar *Hydra fusca* — weil diese Bezeichnung die ältere ist, ziehe ich sie mit Schneider (54) dem von Jikeli gewählten Speciesnamen *vulgaris* vor — und *Hydra grisea*. Der Vollständigkeit halber werde ich auch den rein morphologischen Merkmalen beider Gattungen einige Worte widmen.

Wie schon von Trembley, Rösel u. A. angegeben wurde, ist das letzte untere ausnehmend blasse Drittel des Mauerblattes von *fusca* auffallend dünn, so daß sie es mit einem Schwänzchen vergleichen zu können glauben (Fig. 39a). Dann verbreitet sich das Mauerblatt um ein Beträchtliches, nimmt eine braune Färbung an und verjüngt sich dann unterhalb der Proboscis wieder etwas. Die ganze Gestalt von *Hydra grisea* ist viel gedrungener und ihr Körper (Fig. 40) fast überall gleichmäßig braun gefärbt. Enthält der Gastralraum keine Nahrung, so ist das Mauerblatt von der Fußscheibe bis zur Proboscis gleichmäßig dünn und undurchsichtig und zeigt nur in der mittlern Partie eine kaum sichtbare Verbreiterung, die sich niemals gegen den untern Abschnitt so scharf abhebt wie bei *fusca*. Die Anzahl der Tentakel ist bei *fusca* außerordentlich variabel; sie kann an einzelnen degenerierten Exemplaren auf 2 oder 3 heruntergehen, während alle Exemplare von *grisea*, von wenigen Ausnahmen abgesehen, 6—8 Arme ihr eigen nennen. Dann ist *fusca* vor allen andern *Hydra*-Arten durch die wirklich erstaunliche Dehnbarkeit ihrer Tentakel ausgezeichnet, die sie so weit auszustrecken vermag, daß man das Ende der oft mehrere Zoll langen Arme mit bloßem Auge überhaupt nicht mehr wahrnehmen kann. Bei *grisea* erreichen die vollkommen ausgedehnten

Tentakel höchstens eine Länge von 2—3 cm, so daß sie auch in diesem Zustande nicht viel länger als der gestreckte Körper dieser *Hydra*-Art sind. *Hydra fusca* angelt häufig mit jedem einzelnen in steter Bewegung begriffenen Tentakel nach einer verschiedenen Richtung hin. *Hydra grisea* dehnt ihre nur leicht gekrümmten Arme alle nach einer und derselben Richtung aus, die entweder der Längsachse des Polypen parallel liegt (Fig. 40), so daß man das Mauerblatt einer derartig ausgestreckten *Hydra* mit dem Stiele und ihre Tentakel mit den Stahlstangen eines übergeklappten Regenschirmes vergleichen möchte; oder sie hält ihre Fangarme so, daß sie alle in einer zur Längsachse des Körpers senkrechten, durch die Proboscis gelegt gedachten Ebene zu liegen kommen. *Hydra fusca* dagegen läßt, an einer Gefäßwand sitzend, bald ihre Arme nach dem Boden des Behälters hin fallen, bald sucht sie in der Nähe des Wasserspiegels befindliche Tiere mit ihnen zu erhaschen (Fig. 39b). Eine derartige Haltung der Tentakel wird man an einer *grisea* niemals bemerken. Aus der geringen Länge der Arme von *grisea* folgt auch, daß sie selten die schlangenförmigen Krümmungen, die an den Tentakeln von *fusca* die Regel bilden, zeigen werden. Ein bis jetzt noch nicht genügend beachtetes Unterscheidungsmerkmal beider *Hydra*-Species ist folgendes: Bei *fusca* ist die Proboscis in der Regel nur eine geringe kuppentörmige Erhöhung (Fig. 39a u. b), während sie normalerweise bei *grisea* sich zu einem an der Spitze etwas abgerundeten Kegel auszieht (Fig. 40).

Im Sommer 1908 fand ich nun einzelne Hydrenindividuen (Fig. 41, 44), die schon, nach den äußern Merkmalen zu urteilen, mit keiner der beiden vorhin erwähnten Arten sich vereinigen ließen, doch im ganzen größere Ähnlichkeit mit *grisea* hatten, so daß ich sie zuerst für eine vielleicht durch besondere Existenzbedingungen erzeugte Varietät von *grisea* hielt, bis mich die genaue mikroskopische Untersuchung bald eines Bessern belehrte. Ihre auffallend blasse Färbung erinnerte mich an den blassen strohgelben Polypen, den Rösel (50) als besondere Species beschrieben hatte, der aber in neuerer Zeit als nicht existierend angesehen wird. Rösel gibt außer der Färbung als Hauptmerkmal seines neuen Polypen an, daß er gegen sein hinteres Ende immer nach und nach dicker werde, dagegen am vordern Ende dünner sei. Diese Eigentümlichkeit zeigten auch meine Hydren, besonders dann, wenn sie sich etwas kontrahiert hatten; hatten sie sich jedoch zu ihrer vollen Länge ausgedehnt, so war der Unterschied zwischen dem Umfang des distalen und dem

des proximalen Abschnitts des Mauerblattes nicht so prägnant, wie es auch die Abbildungen, die Rösel von vollkommen ausgestreckten Polypen dieser Art hergestellt hat, richtig wiedergeben. Als weitere Charakteristika des blassen Polypen führt Rösel an: „Die hörnerförmigen Arme, welche an dieser wie an den übrigen Arten, in einem Kreis am Kopfe herum sitzen, und deren man selten sieben, öfters viere, fünfe bis sechse zählt, dahingegen andere derselben achte, neune, zehne und wohl mehrere haben, kann sie niemalen länger als ihren eigenen Leib ausstrecken; deswegen aber hab ich sie in der Aufschrift den Polyp mit kurzen Armen genannt."

Auch hierin stimmten die von mir aufgefundenen Hydren mit Rösel's blassen Polypen überein, so daß ich annehmen muß, die von diesem Forscher zuerst beschriebene, später aber angezweifelte Hydrenspecies wieder aufgefunden zu haben. Daß nicht allein die morphologischen Verhältnisse für die Aufstellung einer 4. *Hydra*-Species sprechen, wird man später sehen, zunächst möchte ich hier noch auf einige rein äußere Kennzeichen der 3 grauen Formen zurückkommen.

Die Figg. 39—41 geben die 3 grauen *Hydra*-Arten in der Stellung wieder, die sie gewöhnlich zum Fange einer Beute einnehmen, und werden wohl besser als Worte zur Erklärung der Unterschiede der vollkommen ausgestreckten Tiere dienlich sein. In Fig. 42—44 sind die verschiedenen Species in stark kontrahiertem Zustande abgebildet. Reizt man eine lebenskräftige *Hydra fusca*, so werden gewöhnlich die Tentakel, die einen mehr, die andern weniger, an die Proboscis herangezogen (Fig. 42), doch können degenerierte Individuen dieser Gattung ihre Arme noch stärker verkürzen. Immer wird man jedoch eine *fusca* als solche an dem scharfen Absatze der obern Partie des Mauerblattes gegen die untere erkennen können, was am zusammengezogenen Tiere erst recht auffällig ist (Fig. 42). *Hydra grisea* hat viel kürzere Tentakal als *fusca*, kann diese also auch weiter einziehen und gibt dann das in Fig. 43a dargestellte Bild. Auch in kontrahiertem Zustande haben ihre Arme die gleiche Länge wie das Mauerblatt, wohingegen die Tentakel einer zusammengezogenen *Hydra fusca* stets noch länger sind als der Körper. *Hydra grisea* zeigt insofern auch ein merkwürdiges Verhalten, als sie, besonders beim Herausholen mittels einer Pipette, oft die Arme gänzlich zurückschlägt, so daß diese dann dem Körper fast seitlich anliegen (Fig. 43b). Beim blassen Polypen ist das Mauerblatt im Verhältnis einer größern Ausdehnung fähig als die Arme

(Fig. 41a, b). Trotzdem kann es sich soweit zusammen ziehen, daß der ganze Polyp zu einem rundlichen Schleimklümpchen zusammenschrumpft (Fig. 44a, b). Von allen 3 grauen Hydrenspecies kann der blasse Polyp seine Tentakel am stärksten verkürzen (vgl. vorsteh. Fig.). Als Besonderheit der eingezogenen Arme erwähne ich die beträchtliche Breite ihres untern Abschnitts und daraus resultierend ihre etwas lanzettförmige Gestalt (Fig. 44). Für die kontrahierte blasse *Hydra* ist, wie ich schon ausführte, die kuglige Auftreibung der oberhalb des Fußblattes gelegenen Körperpartie besonders charakteristisch.

Wie ein Vergleich der Figg. 39—41 zeigt, hat *Hydra grisea* von allen 3 Gattungen die größte Proboscis. Während wir aber bei *fusca* noch eine kleine hügelförmige Erhebung konstatieren konnten, ist beim blassen Polypen eigentlich nichts von einer Proboscis mehr zu bemerken, worauf auch folgende Bemerkung Rösel's hinzudeuten scheint: „Zwischen diesen Armen ist mitten darinnen, wie bei den übrigen Polypen dieser Gattung, am Teil, den man ihren Kopf nennt, der Mund, welchen man aber alsdann erst am besten gewahr wird, wenn der Polyp etwann ein Wasserinsect verschlucket." Infolge des besondern Baues und der Einschlüsse der entodermalen Zellen in der Umgebung des Proboscis erhält bei *grisea* und *fusca* letztere gewöhnlich einen dunklen Kontur den wir beim blassen Polypen vermissen.

Was nun die blasse Farbe der fraglichen *Hydra*-Species anbelangt, so ist diese nicht so konstant, wie man nach der Beschreibung Rösel's annehmen sollte. Solange sich der blasse Polyp noch an seinem ursprünglichen Aufenthaltsorte befindet, zeigt er auch die eigenartige schmutzigbraune Färbung, die auch *grisea* und *fusca* auszeichnet, wenn auch um eine Nuance heller (Fig. 41). Hat man ihn aber längere Zeit in einem Gefäße gehalten, so wird er bald vollkommen blaß, aus dem einfachen Grunde, weil er unter diesen veränderten Lebensbedingungen die ihm zusagende Nahrung nicht bekommen kann. Denn während *grisea* und vor allem *fusca* mit allen möglichen kleinen und großen Tieren vorlieb nehmen, ist der blasse Polyp, der trägste und unbeholfenste aller 3 Species, auf ganz kleine Krebschen angewiesen, die ihm an seinem neuen Aufenthaltsorte gewöhnlich nicht zu Gebote stehen.

Doch würden diese morphologischen Unterschiede aus oben angeführten Gründen nicht zur Aufstellung einer neuen *Hydra*-Species genügen, wenn nicht auch die histologische Untersuchung bei den

verschiednen Arten Besonderheiten in den einzelnen Gewebsteilen feststellen könnte. Sicher ist, daß Ectoderm und Entoderm mit ihren einzelnen Bestandteilen bei den 3 Polypenformen in ihrem Bau gewisse Verschiedenheiten zeigen. Die Beschreibung dieser Unterschiede würde mich jedoch zu weit vom Thema meiner Arbeit abbringen. Ich behalte mir jedoch vor, später ausführliche Untersuchungen hierüber anzustellen.

Vor allem interessieren uns hier die Nesselkapseln. Nicht sie allein, sondern die Stellen, an denen sie sich zusammengehäuft haben, die sogenannten Nesselbatterien, lassen schon bezüglich der Besetzung mit den einzelnen Nematocysten und deren Verteilung bei allen 3 Species Verschiedenheiten erkennen. Ich muß vorweg nehmen, daß jede *Hydra*, gleichgültig, welcher Species sie angehört, 4 verschiedene Arten von Nesselorganen besitzt. Wir finden in den Nesselbatterien große birnförmige Kapseln, 2 verschiedene Arten — eine große und eine kleine — von zylindrischen Cniden und kleine birnförmige Kapseln. Bei *Hydra fusca* ist die Zahl der in den Nesselwülsten vorhandenen Cnidocysten am kleinsten. Die Batterien, die sich von der Mitte des Tentakels bis an dessen Spitze hin erstrecken — an der Basis des Tentakels sind die einzelnen Batterien noch nicht scharf voneinander gesondert , haben gewöhnlich 1—4 große Cniden, 2—3 große zylindrische, 1—2 kleine zylindrische und 3—4 kleine birnförmige Cniden aufzuweisen. Bei *Hydra grisea* und beim blassen Polypen sind alle Arten von Nesselkapseln zahlreicher vorhanden. Bei der ersten Species treffen wir in normal besetzten Batterien neben der in der Einzahl vorhandenen großen, birnförmigen Nesselkapsel noch eine kleinere, sonst aber gleichgebaute Varietät dieser Cniden-Art ebenfalls in der Einzahl an. Außerdem zählen wir in den einzelnen Muskelfeldern 1—4 große zylindrische, 1—3 kleine zylindrische und 20—40 kleine birnförmige Nesselkapseln. Dieselbe Anzahl der letztern Cnidenform finden wir auch in den Batterien des blassen Polypen, wie auch die Zahl der vorhandenen großen und kleinen zylindrischen Nematocysten ungefähr die gleiche ist wie bei *grisea*. Obwohl auch der blasse Polyp 2 Varietäten der großen birnförmigen Kapseln aufzuweisen hat, trifft man in der Mitte der Nesselwülste auf den Tentakeln ausnahmslos nur die große Abart an. Die kleine konnte ich auf den Armen nur selten, wohl aber häufiger am Mauerblatte nachweisen. Man findet natürlich nicht in allen Batterien die angegebene Zahl von Nesselapparaten. Es fehlen besonders häufig bei ihrer relativ geringen Anzahl die großen birn-

förmigen und kleinen zylindrischen Kapseln, weil gerade sie außerordentlich leicht entladen werden, oder auch schon vorher, sei es zur Verteidigung, zum Beutefang oder zur Fortbewegung verwandt, und, sobald sie ihren Zweck erfüllt hatten, aus ihrem Zellverbande ausgestoßen oder herausgerissen wurden.

Bei *Hydra fusca* ist in den Batterien eine regelmäßige Anordnung der einzelnen Nesselkapseln gegeneinander nicht zu erkennen, was wohl zum Teil auch auf ihre kleine Zahl zurückzuführen ist. Dagegen nehmen bei *grisea* und dem blassen Polypen die großen Kapseln stets die Mitte der Nesselwülste ein. Um diese herum gruppieren sich die andern Cniden. Doch unterscheiden sich die beiden zuletzt angeführten Polypenspecies wieder in der Stellung der übrigen kleinen Nematocysten zueinander. Bei *grisea* liegen die großen zylindrischen Kapseln unregelmäßig in den Nesselwülsten verteilt, während sie bei der blassen *Hydra*-Species in der Regel sich mit Zwischenräumen um die große birnförmige Cnide gruppieren. Das kleine zylindrische Organ liegt bei *grisea* meistens neben einer der beiden großen birnförmigen Kapseln und kann sogar, wenn diese fehlen, die Mitte einer Batterie innehaben. Bei dem blassen Polypen befindet sich die kleine zylindrische Kapselform eigentlich konstant neben einer der großen zylindrischen Nesselorgane, aber dem Rande der Batterie zugewandt, so daß sie von den großen Cniden durch andere Kapseln getrennt ist. Den Hauptbestandteil der Nesselbatterien aller *Hydra*-Arten bilden, wie ich schon erwähnte, die kleinen birnförmigen Nematocysten, die zerstreut zwischen den andern Kapselarten liegen. Aus dem eben Gesagten geht schon hervor, daß das Bild, welches der Tentakel einer *Hydra* bei schwacher Vergrößerung gewährt, je nach dem mehr oder minder zahlreichen Vorhandensein von Nesselorganen, ein typisches Gepräge erhalten muß. Zwischen *grisea* und dem blassen Polypen sind diese Unterschiede nicht so prägnant, doch kann man, auf das oben Angeführte achtend, mit Leichtigkeit *Hydra fusca* von den andern beiden Arten trennen.

Mit der geringen Anzahl der auf dem Tentakel von *fusca* vorkommenden Cniden hängt auch die Durchsichtigkeit der Arme dieser Species zusammen, die bei ihr wie bei keiner andern Gattung das Studium der entodermalen Geißelzellen und des sogenannten Säftelaufs, der „mouvement péristaltique“ Trembley's, gestattet. Ich will an dieser Stelle erwähnen, daß im Innern der Tentakel nicht allein die bekannten rundlichen Körperchen, sondern zwischen ihnen auch die Entwicklungsstadien von Nesselkapseln aller Arten hin- und

hergeschleudert werden. Ob das Vorkommen von Cniden innerhalb des Gastralraumes und Hohlraumes der Tentakel schließen läßt auf ein Wandern derselben vom interstitiellen Zellenlager aus durch die Stützlamelle und das Entodern hindurch in den Gastralraum, von hier aus in den Hohlraum der Tentakel und dann wieder durch die entodermalen Zellen und die Lamelle hindurch an die Verbrauchsstelle, lasse ich dahingestellt.[1])

Was die Verteilung der Cniden an den übrigen Abschnitten des Polypenkörpers anbelangt, so erwähne ich, daß sonderbarerweise gerade der blasse Polyp durch das zahlreiche Vorkommen von Cniden an allen Regionen ausgezeichnet ist. Bei *fusca* fehlen vor allem im untern blassen Drittel des Mauerblattes, dem „Schwänzchen" der ältern Autoren, die Nesselorgane fast vollständig. Bei *grisea* tritt die kleinere Abart der großen birnförmigen Cniden und die große zylindrische Nesselkapsel schon zahlreicher am distalen Ende des Mauerblattes auf; bei lebenskräftigen blassen Polypen hingegen ist es mit Cniden wie übersät, von denen die große zylindrische Form die andern an Zahl weit überwiegt. An dieser Polypenart kann man auch das Vorkommen von Nesselapparaten zwischen den ectodermalen Secretzellen, die das Fußblatt des Polypen ausmachen, konstatieren, wohingegen man bei *grisea* und *fusca* vergebens in dieser Region nach Nematocysten suchen wird.

Schon die eben beschriebenen Besonderheiten im Verein mit den morphologischen Merkmalen würden wohl die Aufstellung einer neuen *Hydra*-Art zur Genüge rechtfertigen, doch werde ich im folgenden noch andere Beweise hierfür zu erbringen versuchen.

Wie schon gesagt, haben wir an jeder Polypenspecies 4 verschiedene Formen von Nesselapparaten zu unterscheiden. In Fig. 45a—c habe ich nun die ruhenden großen birnförmigen Cniden, wie wir sie bei *fusca*, *grisea* und der blassen Hydra vorfinden, bei gleicher Vergrößerung nebeneinander abgebildet.

Bei *Hydra fusca* ist die in Frage kommende Nesselkapsel am kleinsten (Fig. 45a), dann folgt die von *grisea* (Fig. 45b), bis wir in der des blassen Polypen die größte überhaupt existierende Cnide der *Hydra*-Gattung vor uns haben. Doch muß ich erwähnen, daß

1) Erst geraume Zeit nach Fertigstellung meines Manuskripts wurde ich auf eine in den Arb. zool. Inst. Wien, Vol. 17, 1909 erschienene Abhandlung aufmerksam, in der von Hadzi eine derartige selbständige Wanderung der Nesselzellen, auch durch das Lumen des Gastralraumes hindurch, für gewisse Cnidarier nachgewiesen wird.

die Größe der Macrocniden allein als Unterscheidungsmerkmal nicht maßgebend sein kann, weil sie, wenigstens bei *grisea* und der blassen *Hydra*, gewissen Schwankungen unterworfen ist. Dagegen ist die Form des Bläschens und die seiner einzelnen Teile stets für jede Species konstant. So ist die betreffende Cnidocyste von *Hydra fusca* weit eleganter und zierlicher als die der andern beiden Arten (Fig. 45a). Die plumpe Form, die die Macrocnide besonders bei dem blassen Polypen annimmt, wird veranlaßt durch eine bauchige Auftreibung des hintern Kapselendes, während sich auch der vordere mit dem Deckel abgeschlossene Teil nicht so einschnürt wie bei *fusca*, so daß die Kapsel sich der Kugelform nähert. Die entsprechende Cnide von *Hydra grisea* nimmt in bezug auf die eben beschriebenen Verhältnisse eine vermittelnde Stellung ein.

Auch der von allen innern Kapselteilen am meisten in die Augen fallende Stiletapparat hat bei *Hydra fusca* einen feinern Bau aufzuweisen als die gleichen Teile von *grisea* und vom blassen Polypen. Alles Nähere hierüber zeigt ein Vergleich der Fig. 45a—c.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal bildet die Aufwindungsweise des Fadens um den untern Abschnitt des sogenannten Achsenkörpers. Die Länge des ausgeschleuderten Nesselschlauches der großen Cnidocysten unserer 3 grauen *Hydra*-Arten ist ungefähr die gleiche. Bei *fusca* muß also der lange Nesselschlauch in der ruhenden Kapsel in einem kleinen Raume untergebracht werden. Daher ist in ihr von den einzelnen Fadenwindungen nichts zu bemerken; der zu einer dichten Knäuelmasse zusammengedrängte Nesselfaden erweckt fast den Eindruck einer körnigen Secretmasse, durch ihn wird meistens die Basis der Stilete der Beobachtung entzogen. Bei der Cnide von *grisea* sehen wir die einzelnen Fadenschleifen schon deutlicher, weil sie zu ihrer Ausdehnung einen größern Raum zur Verfügung haben, jedoch füllen sie noch einen beträchtlichen Teil des untern Kapselabschnitts aus. Beim blassen Polypen fallen die Windungen des Fadens, die den Achsenkörper in weiten Ringen umgürten, bei der Betrachtung einer noch nicht entladenen Cnide kaum noch auf, denn ihre Spiralwindungen haben voneinander verhältnismäßig weite Abstände.

Konnten uns schon die Macrocniden im Ruhestadium gewisse Unterschiede zeigen, so müssen wir auch an den explodierten Fangapparaten, je nach der Art, besondere Strukturverhältnisse antreffen können. In Fig. 46a—c habe ich die ausgestülpten großen birnförmigen Cniden der 3 grauen Polypenarten nebeneinander gezeich-

net. Die Kapsel von *Hydra fusca* fällt wieder im Vergleich mit denen der beiden andern Arten durch ihren zierlichen Bau auf. Nicht allein das Bläschen selbst, sondern auch der schmale Achsenkörper mit dem ganz allmählich in den Faden übergehenden konischen Zwischenstück sowie die schmächtigen, in eine feine Spitze ausgezogenen Stilete: alles ist außerordentlich zart gebaut. An seinem untern Ende ist das Bläschen von *Hydra fusca* stets zugespitzt (Fig. 46a). Bei *Hydra grisea* nimmt die explodierte Macrocnide härtere Formen an. Die äußere Kapselmembran wird mächtiger und rundet sich am untern Pole mehr ab, läßt aber doch noch eine wenn auch kleine Spitze erkennen. Dem massigern Bau des Bläschens entsprechend, sind auch die andern Kapselteile, wie Halsstück, Stilete, Härchen, viel derber als an der schön gebauten korrespondierenden Cnide von *fusca* (Fig. 46b). Die Form der ausgeschnellten Macrocnide des blassen Polypen ist nicht mehr elegant zu nennen. Wie Fig. 46c zeigt, rundet die mächtige äußere Hülle das Bläschen am untern Ende ab, ohne daß sie die für *grisea* und *fusca* charakteristische Spitze bildet. Auch der Achsenkörper mit seinen einzelnen Teilen zeigt viel plumpere Form als die entsprechenden Elemente bei *fusca* und *grisea*.

Das charakteristischste und untrüglichste Unterscheidungsmerkmal aller 3 *Hydra*-Arten ist uns in der Form und in sonstigen Eigenheiten der großen zylindrischen Nesselkapseln gegeben. Fig. 47a—c zeigt sie von den grauen *Hydra*-Arten im ruhenden Zustande nebeneinander bei derselben Vergrößerung. *Hydra fusca* besitzt als große zylindrische Kapsel eine längliche, an der einen Seite gewöhnlich etwas eingebuchtete und dadurch fast nierenförmige Cnide, die an Länge den großen birnförmigen Kapseln häufig gleichkommt, ja sie noch darin übertreffen kann (Fig. 47a). Das wichtigste Moment gibt jedoch die Aufwindungsweise des Fadens im Innern des Bläschens ab. Wir sehen (vgl. d. Fig.) vom Entladungspole aus den Schlauch eine Strecke weit nach unten ziehen, können aber über seinen weitern Verlauf nichts Genaues angeben, weil wir vor den andern daneben- und darüberliegenden keine einzelne Schlauchtour unterscheiden können. Nicht eine einzige dieser Windungen ist, das ist das stets konstante typische Merkmal, jemals zur Längsachse der Kapsel senkrecht gerichtet, der Faden ist in longitudinale Schleifen gelegt, die häufig der Längsachse der Kapsel parallel liegen oder sie unter einem kleinen Winkel schneiden. Auffallend ist ferner, daß die Windungen nicht allein am vordern.

sondern auch am hintern Pole der Kapsel nicht bis an die Wandung des Bläschens herantreten, sondern an diesen Stellen schon eine gewisse Strecke vor der Wandung wieder umbiegen.

Das große zylindrische Nesselorgan von *grisea* (Fig. 47b) hat ungefähr dieselbe äußere Gestalt und Größe. Nur vermissen wir an ihm die Einbuchtung an der einen Seite, so daß es im ganzen rundlicher und symmetrischer gebaut ist als das von *fusca*. Ein typisches Verhalten zeigen die ersten Windungen des Nesselschlauches innerhalb des Bläschens. Man findet etwas unterhalb des Explosionspols der Kapsel immer 4 stark glänzende Schleifen, die in Spiraltouren zur Längsachse der Cnide senkrecht aufgewunden sind (Fig. 47b). Über die Aufwindungsweise des übrigen Schlauchabschnitts ist nichts Genaueres zu erkennen. Es läßt sich nur sagen, daß von einer Regelmäßigkeit der einzelnen Windungen keine Rede sein kann; sie bilden ein wirres Durcheinander, das den ganzen Raum der Kapsel, von der untersten der 4 Querwindungen bis zum untern Bläschenpol, vollkommen einnimmt.

Die Form der entsprechenden Nesselkapseln des blassen Polypen ist von der der Cniden der beiden vorhin erwähnten *Hydra*-Species so abweichend, daß die Bezeichnung zylindrisch nicht mehr paßt, und man sie kaum mit diesen vergleichen könnte, würde nicht durch Zahl und Verteilung dieser Nematocysten innerhalb der Nesselwülste wie auch durch die charakteristische Aufrollung des Schlauches im Bläschen bewiesen, daß es eine den vorhin beschriebenen zylindrischen Cniden von *grisea* und *fusca* analoge Kapsel ist (Fig. 47c). Wir haben eine birnförmige Kapsel vor uns, die unterhalb der Explosionsstelle etwas eingebuchtet ist, wie wir es in gleicher Weise an den kleinsten Nematocysten unserer *Hydra*-Arten wieder vorfinden werden; der untere Abschnitt ist bauchig aufgetrieben, um dadurch Raum für den Nesselschlauch zu schaffen, der hinsichtlich seiner Länge dem Faden der korrespondierenden Cniden von *Hydra fusca* und *grisea* nichts nachgibt. Auch hier finden wir die ersten Touren des Schlauches anders aufgerollt als seinen Endabschnitt. Waren jedoch die 4 ersten Windungen bei *grisea* in der Regel zur Längsrichtung der Kapsel senkrecht gerichtet, so sind sie bei der blassen *Hydra* meistens zu ihr unter einem stumpfen Winkel geneigt. Sie liegen dem Gewirr der übrigen Schlauchwindungen auf, welche den ganzen untern bauchigen Teil der Cnide mit ihrer Masse ausfüllen.

Auch an dem Schlauch der explodierten großen zylindrischen

Nematocysten treten uns bei jeder *Hydra*-Species auch besondere Verhältnisse entgegen:

Für den Faden der großen zylindrischen Nesselkapsel von *Hydra fusca* ist charakteristisch, daß er sich nach seiner Ausstülpung immer in regelmäßige Schlingen legt, wie es die Fig. 48a andeutet und wie es noch besser in Fig. 62 zu sehen ist. Dieses Verhalten ist nur an dem Schlauch von *fusca* zu konstatieren, die Fäden der entsprechenden Kapseln von *grisea* und vom blassen Polypen legen sich wohl auch in Schleifen, doch ist von irgendwelcher Regelmäßigkeit derselben nichts wahrzunehmen. Außerdem ist nur das untere Drittel des in allen Abschnitten gleichmäßig dicken Schlauches von *Hydra fusca* mit, soviel ich sehen konnte, einer Spiralreihe von Härchen besetzt (Fig. 48a).

Der Schlauch der korrespondierenden Nematocyste von *Hydra grisea* (Fig. 48b) verschmälert sich an seinem obern Abschnitt. Die Borsten, die auch hier in Spiraltouren angeordnet sind, sind bedeutend größer als die, welche den Faden von *Hydra fusca* bedecken, scheinen aber auch hier die 2 obern Drittel des Schlauches frei zu lassen.

Beim blassen Polypen ist der Faden des großen zylindrischen Nesselorgans mit besonders langen dichtstehenden Borsten besetzt, die hie außerdem entweder sich verkleinernd bis zum Ende des Fadens erstrecken oder in Spiralreihen von Wärzchen übergehen (Fig. 48 c); am wahrscheinlichsten dürfte das erstere sein.

Die zweite kleinere zylindrische Nesselkapselform und die kleinern birnförmigen Cniden unserer 3 grauen *Hydra*-Species zeigen, von geringen Größendifferenzen abgesehen, keine bemerkenswerten Unterschiede. Ich habe sie jedoch der Vollständigkeit halber in den Fig. 49 und 50a—c bei gleicher Vergrößerung abgebildet.

Infolge der Resultate, die mir die genaue histologische und morphologische Untersuchung des blassen Polypen geliefert hat, halte ich mich somit für berechtigt, in ihm den Vertreter einer besondern Species zu erblicken. Man könnte mir einwenden, daß es sich nur um eine durch Einwirkung der Jahreszeit erzeugte Abart einer der beiden sicher festgestellten Species, also um Saisondimorphismus von *Hydra fusca* oder *Hydra grisea*, handle. Hierauf erwidere ich, daß ich alle 3 Species gleichzeitig an demselben Fundorte, einem kleinen Tümpel in der Nähe Rostocks, der mit der Oberwarnow in Verbindung steht, auffinden konnte; ja häufig barg ein und dasselbe Seerosenblatt Vertreter aller 3 Arten nebeneinander an seiner Unterseite. Das Zu-

sammenleben der 3 Gattungen an derselben Stelle beweist auch, daß der blasse Polyp niemals, wie man vielleicht auch annehmen könnte, ein Produkt anormaler Lebensbedingungen sein kann. Auch um Geschlechtsdimorphismus kann es sich nicht handeln, denn die dann vorhandenen Unterschiede würden sich sicher nicht bis auf die Form der Nesselorgane erstrecken. Niemals sah ich, das möchte ich hier nochmals betonen, daß sich irgend eins der oben als konstant beschriebenen histologischen Unterscheidungsmerkmale verändert hätte, geschweige denn, daß der blasse Polyp sich in eine der andern beiden grauen *Hydra*-Arten umgewandelt hätte, obwohl ich alle 3 Species lange Zeit unter stetiger Beobachtung züchten konnte.

Wie schon gesagt, will ich durchaus keine neue Species aufstellen, sondern nur, gestützt auf meine Untersuchungen, der einen von Rösel, Schäffer und Pallas beschriebenen und von mir wieder aufgefundenen Polypenart Geltung als besondere Species verschaffen, und für diese möchte ich hiermit den Namen *Hydra attenuata* Pallas wieder einführen, der ihr, soviel ich eruieren konnte, von Pallas verliehen worden ist.

Hieran anschließend möchte ich noch einiger brauner Polypen Erwähnung tun, die ich im Herbste 1908 in der Nähe von Bützow i. M. in einem vollständig mit Wasseraloe bewachsenen, jetzt nicht mehr benutzten Torfbruche auffinden konnte. Sie saßen dort vereinzelt an der Unterseite der Blätter der eben genannten Pflanzen, vergesellschaftet mit der zahlreich dort vorkommenden *Hydra viridis*. Ihrem Habitus nach (Fig. 51) scheint sie ein Bindeglied zwischen *Hydra grisea* und *Hydra attenuata* vorzustellen. Von ersterer (vgl. Fig. 40, 41 u. 51) unterscheidet sie sich jedoch durch ihre Farbe, die überaus zierlichen Tentakel und das Fehlen der kegelförmigen Proboscis, von der letztern durch die Haltung und Länge ihrer Arme, die in vollkommen ausgedehntem Zustande stets länger sind als das Mauerblatt. Auch die mikroskopische Untersuchung zeigt uns Abweichungen in den Gewebsschichten von den 3 andern grauen *Hydra*-Arten. Die Nesselwülste auf den Tentakeln sind gewöhnlich nur mit einer der in 2 Varietäten vorkommenden großen birnförmigen, 2—3 großen zylindrischen, 1—2 kleinen zylindrischen und 2—6 kleinen birnförmigen Cniden besetzt. Die birnförmigen Macrocniden unterscheiden sich nur durch ihre Kleinheit von den entsprechenden Fangorganen bei *attenuata*. Die großen zylindrischen

Nesselkapseln haben wohl ähnliche Form wie die korrespondierenden vom blassen Polypen, sind aber kleiner als diese und lassen eine etwas abweichende Aufwindungsweise des Fadens erkennen (Fig. 52a). Auch die zweite zylindrische Kapselform und die kleinen birnförmigen Cniden sind um ein Beträchtliches kleiner als die entsprechenden Nematocysten von *Hydra attenuata* (Fig. 52b u. 53). Man könnte nun von den eben beschriebenen Hydren annehmen, daß sie eine Lokalvarietät von *Hydra attenuata* repräsentieren. Ich glaube jedoch, daß auch sie eine Art für sich bilden, möchte aber ohne genauere histologische Untersuchungen und längere Beobachung kein definitives Urteil fällen.

Ob es mehrere Arten von *Hydra viridis* gibt, vermag ich nicht zu entscheiden; ich konnte nur die in Fig. 54 abgebildete Art auffinden, die, nach den Nesselorganen zu urteilen, mit der von Jikeli (32) untersuchten identisch ist. Ihre Nematocysten habe ich in Fig. 55a—e nebeneinander abgebildet. Man beachte, daß auch für das große zylindrische Nesselorgan von *Hydra viridis* die eigenartige Form und die Aufwindungsweise des Fadens stets konstant und damit für die Species charakteristisch ist.

Im Folgenden werde ich eine kurze Übersicht über die verschiedene Benennung der 4 sicher festgestellten Polypenarten geben und daran eine Zusammenfassung ihrer wichtigsten Unterscheidungsmerkmale anschließen.

1. *Hydra fusca.*

Polype de la troisième espèce (Trembley), brauner Polyp mit langen hörnerförmigen Armen (Rösel), langarmiger Schwanzpolyp (Schäffer).

Hydra vulgaris (Jikeli).

Der mittlere, dunkel gefärbte, breite Abschnitt des Körpers setzt sich am kontrahierten Tiere scharf gegen das stets blasse hintere Ende ab. Proboscis ist eine kleine rundliche Erhebung. Tentakel (häufig weniger als 6) in ausgestrecktem Zustande um vieles länger als der Körper. Nesselwülste enthalten nur wenig Cniden. In der großen zylindrischen Kapselart ist der Anfangsteil des Fadens niemals senkrecht zur Längsachse der Kapsel aufgerollt.

2. *Hydra grisea.*

Polype de la seconde espèce (Trembley) oraniengelber Polyp mit langen hörnerförmigen Armen (Rösel), halb langarmiger mittlerer Armpolyp (Schäffer), *Hydra tremblei* (Haacke).

Körper fast überall gleichmäßig dick. Die dunkle Proboscis meistens spitz kegelförmig. In der Regel 6 oder 7 Tentakel, die am ausgedehnten Tiere den Körper etwas an Länge übertreffen. Nesselbatterien enthalten viele Nematocysten. In der großen zylindrischen Nesselkapselform sind die ersten 4 Fadenwindungen zur Längsachse der Kapsel quer gerichtet.

3. *Hydra attenuata.*

Blasser strohgelber Polyp (Rösel.), kurzarmiger Armpolyp (Schäffer).

Körper schwillt besonders am zusammengezogenen Tiere oberhalb der Fußscheibe an. Die blasse Proboscis ist kaum sichtbar. Meistens 6 oder 7 Tentakel, die niemals länger sind als der Körper, falls letzterer vollkommen ausgestreckt. Nesselwülste reich besetzt. Das Bläschen der „großen zylindrischen Cnidocystenform" ist rundlich und seitlich eingedrückt. Die 4 ersten Fadenwindungen stehen quer zur Längsachse der Kapsel.

4. *Hydra viridis.*

Polype verd (Trembley), grüner Polyp (Rösel), grüner Armpolyp (Schäffer).

Die stets konstante grüne Farbe ist das untrüglichste Kennzeichen dieser Species.

2. Die Nematocyten von *Hydra.*

Ich wende mich zuerst der genauen Beschreibung der großen Nesselorgane zu. Aus der von verschiedenen Forschern untersuchten Entwicklungsgeschichte dieser Cniden-Art geht hervor, daß an den ausgebildeten Kapseln 2 Häutchen, ein dünnes inneres und ein derberes äußeres, unterschieden werden müssen. Wie ich durch genaue Untersuchungen gefunden habe, ist die Ansicht Schneider's (54), das innere Häutchen gehe direkt in das Halsstück über, durchaus den Tatsachen entsprechend, wogegen die Annahme Iwanzoff's (30), der die äußere Kapselwand mit dem Achsenkörper in Verbindung

bringen will, unrichtig ist. Die Frage nach der chemischen Natur der Bläschenwandung ist wohl schon als gelöst zu betrachten. Man schließt aus ihrem Verhalten gewissen Reagentien gegenüber, daß sie aus Chitin selbst oder einer diesem nahestehenden Substanz bestehen muß. Eine weitere Stütze für diese Annahme ist folgendes: Die Entodermzellen eines Polypen können vermöge ihres mit zersetzenden Eigenschaften ausgestatteten Secrets alle weichen plasmatischen Elemente eines im Gastralraum befindlichen Beutetieres auflösen, dagegen lassen sie deren chitinöse Bestandteile mit den daran haftenden Nesselorganen, welche vorher zum Fange des Tieres gedient hatten, unzersetzt. Die Kapseln werden wieder mit der ausgesogenen Nahrung per os nach außen befördert, ohne daß sie durch das scharfe Secret weitgehende Veränderungen erlitten hätten. Sie sind zwar etwas kollabiert, doch ist dieses wohl nur auf einen seitens der Entodermzellen auf ihre Wandung ausgeübten Druck zurückzuführen. Was für die äußere und innere Membran gilt, trifft auch für die Fortsetzung der letztern, das Halsstück und den Faden, zu. Denn auch der Schlauch ist an den im Gastralraum befindlichen Nesselapparaten, sowohl an den großen wie auch an den kleinen Kapseln, stets noch nachweisbar. Bestände er aus plasmatischer Substanz, müßte er bei seiner Feinheit sofort vom zersetzenden Secret aufgelöst werden. Der Nesselfaden ist also auch eine dünne chitinöse Röhre von großer Feinheit und Elastizität. Doch kann wiederum das Chitin, aus dem die innere Wandung des Bläschens und ihre Fortsetzung bestehen, nicht genau identisch sein mit dem an Abarten so reichen Chitin, das die Bedeckung niederer Cruster, Culiciden-Larven usw. ausmacht. Denn beim Wirken der großen Nesselorgane auf eines dieser Tiere wird durch das Kapselsecret das Chitin der Beute zersetzt (vgl. d. 2. Teil der Arbeit)[1]), nie kann also die innere Bläschenhülle, die das Secret in der Kapsel umschließt, von genau derselben Chitinmasse gebildet werden wie die Cuticula der Beutetiere. Das gleiche gilt natürlich auch für den Achsenkörper und den Nesselfaden.

Innerhalb der ruhenden Kapsel haben wir noch den Achsenkörper und den um dessen distalen Abschnitt in Spiraltouren geschlungenen Faden zu unterscheiden. Ersterer birgt in seinem Innern die bei der Betrachtung sofort auffallenden großen Stilete

1) Eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Resultate des 2. biologischen Abschnitts meiner Arbeit erschien im Zool. Anz., Jg. 33, 1909.

und außerdem noch eine Anzahl kleinerer Borsten, worauf ich weiter unten noch zurückkommen werde. Ist der Achsenkörper, sofern er noch im Bläschen ruht, nun ein mit Secret erfüllter Zylinder, wie von einigen Autoren angenommen wurde? Diese Frage ist zu verneinen. Nur in ausgestülptem Zustande bildet das Halsstück eine Röhre, die durch das dem Bläschen entströmte Secret aufgetrieben ist. Befindet es sich aber noch in der Kapsel, so ist ein Lumen überhaupt nicht vorhanden, denn die Wandungen des Zylinders sind von 3 Seiten soweit zusammengedrückt, daß sie sich den zwischen ihnen befindlichen, zu einem einheitlichen Dolche zusammengelegten Stileten eng anlegen, also auch keine Flüssigkeit mehr zwischen sich einschließen können. Am klarsten erkennt man diese eigenartigen Verhältnisse am Halsstück, wenn man eine große Cnide von *attenuata* vom obern Kapselpol her betrachtet. Sieht man dann noch den Fuß des Cnidocils, ist damit also das Mikroskop gerade auf den Mündungsdeckel der Kapsel eingestellt, so erblickt man 3 in einem Punkte zusammenlaufende, stark lichtbrechende geschlängelte Linien [Fig. 56a (*ax*)]. Letztere sind die Konturen der von 3 Seiten zusammengepreßten Wandungen des Achsenkörpers. Stellt man nun um ein Geringes tiefer ein, so findet man am Kreuzpunkte der 3 Linien einen Punkt, der dargestellt wird von der Spitze der zusammengelegten Dornen [Fig. 56b (*st*)]. Je tiefer man einstellt, desto mehr ändert sich auch das Bild. Weil der Umfang des von den Stileten gebildeten Dolches nach unten zu immer größer und rundlicher wird, die Seiten des Achsenkörpers ihm aber immer direkt anliegen, muß natürlich der optische Durchschnitt des letztern sich immer mehr der Kreisform nähern. Das Lumen des Achsenkörpers ist in Höhe der Basis der 3 großen Stilete naturgemäß am größten, es nimmt dann nach unten zu wieder ab, weil es nur noch — als konisches Zwischenstück — die kleinern unterhalb der Stilete gelegenen Borsten einzuhüllen braucht, und geht dann allmählich in den Faden selbst über. Daß das eingestülpte Halsstück nicht mit Flüssigkeit prall gefüllt ist, zeigen auch die Längsfalten in seiner Wandung an, die man natürlich nur bei seitlicher Ansicht einer Cnide wahrnehmen kann.

Bei der Beobachtung des Achsenkörpers von oben her unter gleichzeitigem Auf- und Abdrehen der Mikrometerschraube wird man erkennen können, daß er nach der einen Seite hin eine geringe Drehung ausführt. Diese Besonderheit steht mit dem Entladungsvorgang im Zusammenhang und zwar in der Weise, daß bei der Ex-

plosion der Kapsel der Achsenkörper diese Windung wieder zurückdreht; mit ihm drehen sich natürlicherweise auch die seiner Wandung ansitzenden Stilete und Borsten; letztere müssen also bei der Entladung eine bohrende Bewegung ausführen, die ihnen das Eindringen in irgendwelche Körper erleichtern muß.

Schon an den unentladenen Kapseln muß man bemerken, daß außer den 3 großen Stileten ebenso gebaute, aber kleinere Borsten vorhanden sein müssen, weil sich unterhalb der deutlich erkennbaren Basis des großen Dolches noch andere das Licht in gleicher Weise brechende Körper vorfinden (Fig. 45). Bei *Hydra* ist die Lagerung dieser Härchen zueinander wegen ihrer Kleinheit schwierig zu erforschen. Ich möchte jedoch annehmen, daß je 3 an Größe gleiche und einander gegenüberstehende Borsten ebenso wie die großen Stilete zu einem kleinen einheitlichen Dolche zusammengelegt sind. Irgendeine andere Lagerung der Borsten innerhalb des Achsenkörpers, wenn nicht eine solche, wie sie Iwanzoff (30) von den Nesselorganen von *Pennaria* abbildet, ist überhaupt undenkbar, soll sie nicht die Explosionsfähigkeit der betreffenden Kapsel herabmindern, wenn nicht überhaupt unmöglich machen. Andrerseits ist den kleinern Borsten durch ihr Aneinanderlegen nach Art der großen Stilete nach dem Wirken der letztern die Möglichkeit gegeben, auch in derselben Art und Weise in Aktion zu treten und zur Verbreiterung der von ihren Vorläufern geschaffenen Wunde beizutragen.

Viel einfachere Verhältnisse, hervorgerufen durch das Fehlen des Halsstückes, treten uns an den kleinern ruhenden Nesselkapseln der Süßwasserpolypen entgegen. Ich lasse hier die Worte Nussbaum's (49) über die noch nicht explodierten großen zylindrischen Kapseln, die sich allem Anscheine nach auf die Cniden von *Hydra grisea* beziehen, folgen: „In ruhendem Zustande ist der Faden folgendermaßen eingestülpt. Am vorderen Pole befindet sich ein kleines Knöpfchen und dicht unter diesem, seitlich beginnend, liegen in der Querrichtung vier glänzende Fadenschlingen, die breiter sind als die nun in der unteren Kapselhälfte folgenden, longitudinal aufgerollten. Der Glanz der Schlingen wird, wie sich am herausgeschnellten Faden zeigt, durch 3 Reihen spiralig geordneter Rippchen bedingt, die wie Widerhäkchen gegen die Kapsel gerichtet sind. Die Verbindung der glänzenden Schlingen mit dem vordern Pole der Kapselwand wird durch eine zarte dünne Röhre hergestellt, deren Oberfläche am herausgestülpten Faden keinerlei Relief zeigt.“ Daß

die 4 Querwindungen, wie Nussbaum meint, weiter als die longitudinal aufgerollten Schleifen sind, möchte ich bezweifeln. Sie erscheinen nur deshalb so umfangreich, weil sie von allen andern isoliert liegen, wogegen der Umriß der unter ihnen liegenden unregelmäßig aufgerollten Fadentouren durch andere darüber resp. darunter liegende verschleiert wird. Ferner glaube ich nicht, daß das Glänzen der ersten Schleifen durch die 3 Reihen von Rippchen veranlaßt wird, denn diese setzen sich auch noch in die Windungen des longitudinal aufgerollten scheinbar nicht glänzenden Fadenabschnitts fort. Außerdem finden wir in den großen zylindrischen Kapseln von *Hydra fusca* im longitudinal zusammengelegten Schlauche dieselben Borsten wieder, ohne daß der eingestülpte Faden einen besonders starken Glanz seiner Schlingen gezeigt hätte.

Die kleinere Art der zylindrischen Nesselkapseln bietet im ruhenden Zustande nichts Besonderes. In ihr ist der Nesselschlauch in unregelmäßige longitudinale Schlingen gelegt, die bald die Kapsel vollkommen ausfüllen, bald an dem einen oder andern Pol oder auch an einer der Seiten einen Raum zwischen sich und der Kapselwand lassen (Fig. 49a—c).

Eigenartig ist die schon oft beschriebene Aufwindungsweise des Fadens innerhalb der kleinsten birnförmigen Cnidenform unserer Hydren. Vom Entladungspol der an der einen Seite etwas eingedrückten Kapsel (Fig. 50a—c) zieht der Schlauch eine Strecke weit nach unten, biegt aber, bevor er den untern Pol des Bläschens erreicht hat, nach oben wieder um, wendet sich dann vor der Entladungsöffnung wieder nach unten und endet dann bald, nachdem er auf diese Weise eine einzelne Schlinge gebildet hat. Bei einigermaßen genauer Beobachtung gewahrt man an der eingestülpten Fadenschlinge eine eigenartige Riefelung (Fig. 50a—c), die bis jetzt, obwohl sie gar nicht so schwer bemerkbar ist, von den Autoren nicht gesehen wurde. Wie ich später noch zeigen werde, ist diese Struktur wahrscheinlich auf im Innern des Schlauches verborgene Härchen zurückzuführen, die bei der Explosion nach außen verlagert werden.

Abgeschlossen wird bei allen 4 Kapselarten das Bläschen durch ein feines Deckelchen. An den ruhenden Nesselorganen ist es vor der Explosion nicht zu erkennen, dagegen findet man es an der explodierten Cnide bei günstiger Lage der betreffenden Kapsel, seitlich an der Ansatzstelle des Achsenkörpers resp. des Fadens vor. Ob der Deckel plasmatischen Ursprungs ist, wie Iwanzoff (30)

meint, oder auch aus Chitin besteht, wage ich nicht zu entscheiden; hierüber müßten wohl Untersuchungen an lebenden Cölenteraten mit größern Cniden Aufschluß geben können. Eine andere Frage ist die, ob der Deckel an einer bestimmten Stelle sich bei der Explosion der Kapsel loslösen kann oder ob er an einer beliebigen Stelle zerreißt. Bei den Macrocniden ist entschieden das letztere der Fall, denn man findet häufig entladene Kapseln, an denen sich an der Übergangsstelle des Bläschens in das Halsstück verschieden große Rudimente des Deckelapparats vorfinden (Fig. 57d). Bei den kleinern Nesselorganen ist das Vorhandensein eines Kapselabschlusses auch an den entladenen Cniden nicht so leicht zu konstatieren, denn er ist bei ihnen außerordentlich klein, weil er eine minimale Öffnung abzuschließen hat.

Im Vorstehenden dürften die 4 Cnidenformen unserer *Hydra*-Arten in ihrem ruhenden Zustande einigermaßen ausführlich behandelt sein. Ich kann somit zur Beschreibung der Besonderheiten übergehen, die uns die ausgestülpten Nesselorgane an ihren einzelnen Teilen erkennen lassen.

Wir hatten gesehen, daß das eingestülpte Halsstück der Macrocniden kollabiert ist, weil es keine Flüssigkeit in seinem Lumen birgt. Dasselbe haben wir am Halsstück der explodierten großen Nesselkapsel (Fig. 57); auch an ihm treten dieselben Längsfalten auf, die wir an den Cniden von *Velella* und *Pennaria* beobachteten. War dagegen die Entladung der Kapsel eine unvollständige, so daß das im Innern des Bläschens aufgespeicherte Secret nicht ausströmen konnte, so sehen wir den Achsenkörper nach der Entladung bauchig aufgetrieben, wie es schon von vielen Autoren beschrieben und gezeichnet wurde. Das Halsstück wird durch die 3 großen Borsten, die keinen runden Umriß, wie häufig abgebildet, sondern ganz scharfe Kanten haben, in 2 Abschnitte geteilt, der proximale ist der eigentliche Achsenkörper, der distale das konische Zwischenstück. Bei den Macrocniden von *Velella* und *Pennaria* fanden wir das Zwischenstück mit 3 spiralig aufsteigenden Reihen von Härchen besetzt. Ähnliche Borsten bedecken auch das konische Zwischenstück der großen Nesselkapseln von *Hydra*, sie nehmen ihren Ausgang von den 3 großen Stileten und scheinen von diesen an bis zur Ansatzstelle des Fadens etwas kleiner zu werden. Während aber noch die untersten auf die Stilete folgenden noch wie diese nach rückwärts orientiert sind, richten sich die darauffolgenden, wie auch aus der

Fig. 57 ersichtlich, immer mehr auf, so daß die letzten mit ihrer Spitze in die Richtung des Fadens zeigen.

An den großen Cniden von *Hydra* konnte ich auch das wieder konstatieren, was mir schon ein Schnitt durch eine ruhende Kapsel von *Velella* (vgl. Fig. 3) gezeigt hatte, daß nämlich die Stilete in ihrem basalen Abschnitt einen Hohlraum besitzen. Färbt man nämlich eine explodierte große birnförmige Kapsel von *Hydra* mit Methylenblau, so zeigen die Stilete wie auch die kleinen Härchen einen tief blauen Ton. Hierdurch wird man leicht zu der Annahme verleitet, die Stilete beständen aus einer besondern Substanz. Die genaue Prüfung lehrt jedoch, daß die blaue Färbung allein hervorgerufen wird durch gefärbte Secretreste, die in den Hohlräumen am untern Ende der großen und kleinen Dornen zurückgeblieben sind, auch vor der Entladung schon in letztern nachweisbar waren. Ob nun der Raum im Innern der Stilete wie seine Verbindung mit dem Achsenkörper einen besondern Zweck hat, vermag ich nicht anzugeben.

Die kleinen Härchen des konischen Zwischenstücks setzen sich niemals auf den Schlauch hin fort. Sie hören dort auf, wo sich der eigentliche Nesselfaden von dem Zwischenstück sondert, von hier aus ist der Schlauch bis zu seinem Ende vollkommen glatt. An Stelle der Härchen müssen aber auf der ganzen Fadenoberfläche feinste Öffnungen verteilt sein, die die Bestimmung haben, den in das Schlauchlumen hineingepreßten Kapselinhalt austreten zu lassen und dadurch für eine allseitige Verteilung des Secrets zu sorgen. Eine einfache Überlegung muß zu diesem Schlusse führen: Beobachtet man nämlich eine explodierte Macrocnide nach dem Zusatz von Methylenblau mit den stärksten Systemen, so findet man ganz kleine blaue Kügelchen an der Oberfläche des Schlauches haften. Daß es das in Kugelform ausgetretene Kapselsecret sein muß, wird dadurch bewiesen, daß kleine Fremdkörperchen, die nach der Entladung den Schlauch berühren, an diesem festgehalten werden, eben vermöge des durch seine Klebrigkeit ausgezeichneten Bläscheninhalts. Es könnte vielleicht nur noch die Flüssigkeit in Betracht kommen, die, wie ich im zweiten Abschnitte meiner Arbeit noch nachweisen werde, im Lumen des eingestülpten Schlauches vorher vorhanden war, natürlich bei dessen Umstülpung nach außen verlagert wurde und ähnliche Eigenschaften besitzen muß wie das Kapselsecret. Dieses würde aber wohl kaum in Tröpfchenform der Oberfläche des Schlauches adhärieren. Also kann es nur das Nesselsecret sein, das

die ruhende Kapsel als wasserklare Flüssigkeit erfüllte. Dieses kann aber nur auf zweifache Weise durch den Faden hindurch gelangen, entweder aus größeren Öffnungen, die eventuell durch Zerreißen der Wandung entstehen könnten, oder durch feinste Poren der Schlauchoberfläche. Im erstern Falle würde das Secret natürlich in großer Masse aus dem Schlitze austreten und einen umfangreichen Ballen am Schlauche bilden. An und für sich wäre es aber zwecklos, wenn nur ein oder mehrere große Öffnungen vorhanden wären. Das Secret würde dann insgesamt an dieser einen Stelle ausströmen und damit den eigentlichen Zweck des Fadens, nach allen Seiten hin und in die Ferne zu wirken, illusorisch machen. Es bleibt also nur die Annahme übrig, daß das Secret aus feinsten Poren austritt, die mehr oder minder regelmäßig die ganze Schlauchoberfläche von Anfang bis zu Ende durchsetzen. Wenn meine Ergebnisse an den Macrocniden noch Zweifel übrig lassen können, bin ich dagegen bei den beiden zylindrischen Kapseln zu so positiven Resultaten gelangt, daß ich, wie ich gleich zeigen werde, für diese das Vorhandensein solcher Poren mit Sicherheit behaupten kann.

Eine weitere wichtige Frage ist die: besitzt der Faden am vordern Ende eine Öffnung oder nicht? Ich möchte in Übereinstimmung mit Schneider annehmen, daß eine solche vorhanden ist. Wiederum ist am Schlauche der großen Nesselorgane die Beobachtung durch dessen Feinheit erschwert, außerdem kann auch bei seiner Länge wegen der unzähligen Poren in seiner Wandung das Secret am vordern Ende nicht mehr in so reichem Maße ausströmen, wie es bei einem kurzen Schlauche der Fall sein würde. Eine Öffnung am Fadenende läßt sich aber nur dadurch einwandfrei nachweisen, daß man am vollkommen ausgestülpten Schlauche das Austreten des Secrets unter Zuhilfenahme geeigneter Färbemittel beobachtet. Am Faden der andern Kapseln ließ sich hierdurch ohne jeden Zweifel das Vorhandensein einer Öffnung konstatieren; daher glaube ich, daß sie auch dem Schlauche der Macrocniden zukommen wird.

Etwas andere Verhältnisse finden wir am ausgeschleuderten Faden der großen zylindrischen Kapselform vor, die allein schon bedingt werden durch das Fehlen des Achsenkörpers. Die folgenden Angaben treffen, sofern es nicht besonders erwähnt ist, für die entladenen großen zylindrischen Nesselorgane aller 3 grauen *Hydra*-Species zu; ihre hauptsächlichsten Unterscheidungsmerkmale, soweit sie auf den Faden Bezug haben, habe ich schon

oben erörtert. Die innere Kapselwand geht auch bei ihnen direkt in den Faden über, dessen Durchmesser von diesem Punkte an bis zu Ende ungefähr der gleiche bleibt. Nach Jickeli (32) ist der Schlauch stets mit Spiralrippchen oder Wärzchen ausgerüstet, Schneider (54) konnte sie nicht immer konstatieren. Nach Nussbaum's (49) Angaben soll er mit 3 spiralig aufsteigenden Reihen von Härchen bedeckt sein, die den Abschnitt des Fadens kurz hinter der Kapsel frei lassen. Nach meinen Beobachtungen ist, wenigstens bei *fusca* und *grisea*, stets nur eine in dichten Windungen aufsteigende Reihe von Borsten vorhanden. Den Schwierigkeiten, die sich mir bei der Entscheidung der Frage, ob ein oder mehrere Borstenreihen vorhanden sind, entgegenstellten, suchte ich auf folgende Weise zu begegnen. Ich suchte mir an einem Quetschpräparat eine günstig gelegene explodierte zylindrische Nesselkapsel aus, stellte das Mikroskop auf die Oberfläche des Fadens ein und zeichnete vermittels des Zeichenapparats die Kapsel mit dem Faden und den bei oberflächlicher Ansicht sichtbaren Spiralreihen ab. Dann drehte ich die Mikrometerschraube, bis die untere Partie des Schlauches sichtbar wurde, und trug wieder mit der Camera lucida in der vorhin entworfenen Zeichnung die an der Unterseite des Fadens entlang ziehenden Reihen von Borsten ein. Dann trafen die untern Spiralreihen mit den obern zusammen, was im Falle des Vorhandenseins mehrerer selbständiger Touren nicht möglich gewesen wäre. Das letztere wird bei dem Schlauche der großen zylindrischen Nesselorgane von *Hydra attenuata* der Fall sein, worauf schon die dicht aufeinanderfolgenden Spiralwindungen schließen lassen. Es scheinen bei ihr 2 Touren vorhanden zu sein. Die Spiralreihen beginnen bei *Hydra attenuata* und bei *grisea* häufig nicht gleich von der Kapsel an, sondern lassen, wie Nussbaum (49) schon erwähnte, den untern Fadenabschnitt frei. Bei *Hydra fusca* dagegen trat sie oft schon von der Austrittsstelle des Fadens aus der Kapsel an auf. Die Härchen sind am entladenen Schlauche mit ihrer Spitze nach der Kapsel zu gerichtet. Auch am Faden der großen zylindrischen Cniden sind überall — durch das Austreten des gefärbten Secrets bewiesen , auch zwischen den Börstchen, Poren vorhanden, besonders reichlich scheinen sie aber den obern Schlauchabschnitt zu durchsetzen. Ich verweise hier auf die Figg. 62—64, die zur Bestätigung meiner Angaben dienen werden.

An dem Faden der entladenen zweiten zylindrischen Kapselform konnte ich im Gegensatze zu Schneider (54) keine

Spiralreihen von Härchen auffinden. Dagegen sind die sonst von diesem Autor angegebenen Charakteristika zutreffend. Während sich der lange Schlauch der vorhin erwähnten Kapselform, falls er nicht auf Hindernisse stößt, in weite Schlingen legt, steht der kürzere, aber dickere Faden dieser Kapsel immer fast gerade von seinem Bläschen ab. Er ist dicker als die Fäden der vorhin behandelten Cniden und an seiner ganzen Oberfläche bis zur Spitze hin mit feinen Poren versehen; von einer spiraligen Anordnung dieser Öffnungen konnte ich nichts wahrnehmen. Die korrespondierenden Cniden von *fusca*, *grisea* und *attenuata* unterscheiden sich betreffs dieser Verhältnisse nicht.

Der umgestülpte Faden des 4. kleinen birnförmigen Nesselorganes ist bei allen *Hydra*-Arten gleichartig gebaut. Schon in der ruhenden Kapsel bemerkten wir eigenartige Strukturverhältnisse am Schlauche, jetzt nach der Explosion der Kapsel wird uns ihre Bedeutung klar. Stellt man den optischen Durchschnitt der stets korkzieherförmigen Fadenwindungen ein, wie ich ihn in Fig. 59 wiedergegeben habe, so sieht man zwischen den einzelnen Touren feinste stark lichtbrechende Härchen liegen. Weil der Faden mit eminenter Gewalt das Bestreben hat, seine einzelnen Windungen möglichst eng aneinander zu pressen, so werden die an der Innenseite der Schlauchwindungen sich inserierenden Borsten fest an die Wandungen angepreßt, wie es auch die Figur zeigt. Die Härchen, die der größten Windung ansitzen, müssen dadurch nach außen herausgedrückt werden, und diese freiliegenden Börstchen sind es gerade, die uns auf diese Verhältnisse aufmerksam machen und auch auf die zwischen den kleinern Schlauchtouren verborgenen und nur undeutlich sichtbaren Härchen schließen lassen. In Fig. 60 habe ich einen besonders großen abgerissenen Schlauch einer birnförmigen Microcnide von *Hydra grisea* abgebildet; durch ihn wird das Vorhandensein von Borsten aufs klarste bewiesen. Die Besetzung des Fadens mit Härchen ist eine außerordentlich zweckmäßige Einrichtung. Wie bekannt, umschlingt der explodierende Faden des kleinen birnförmigen Nesselorgans alle in seiner nähern Umgebung befindlichen Gegenstände, sofern es nur deren Größe zuläßt. Beim Beutefang der *Hydra* hat dieser Faden nun die Funktion, kleine Stacheln und Borsten eines Tieres zu umschlingen und festzuhalten (vgl. den 2. Teil d. Arbeit). Würde nun der Faden glatt sein, würde er nur zu leicht von den ebenfalls glatten chitinösen Borsten abgleiten und dadurch seinen Zweck verfehlen. Die starren Härchen aber, die

die innere Fläche seiner Windungen bedecken, vergrößern die Reibung mit dem umschlungenen Gegenstande, dringen auch vielleicht in ihn ein und gewährleisten dadurch die erfolgreiche Wirksamkeit des Nesselorgans, das in diesem Falle den Namen eines solchen mit Unrecht trägt.

Der Faden der vorstehenden Cnidenform weicht von dem aller andern Kapselarten insofern ab, als er an seinem distalen Ende keine Öffnung hat und seine Wandungen nicht mit Poren versehen sind. Bei der Funktion des Fadens ist natürlich noch das Ausströmen eines wenn auch klebrigen Secrets überflüssig, denn der Schlauch ist so wie so schon für seine Bestimmung zweckmäßig genug eingerichtet. Würde die im Lumen des Fadens und in der Kapsel vorhandene Flüssigkeit ausfließen, so müßten der erstere sowie auch das Bläschen wegen ihrer Dünnwandigkeit kollabieren und die Wirksamkeit des Fadens als Haftapparat herabsetzen.

Wie verhält es sich nun mit der Fadenwandung aller eben beschriebenen Nesselkapseln? Ist sie, wie man oftmals angegeben findet, quellungsfähig? Angenommen, sie wäre es, so müßte man die Wandung eines ausgeschleuderten Schlauches stets straff gespannt und nicht kollabiert antreffen. Die Wandungen fast aller entladenen Nesselschläuche sind jedoch eingefallen. Enthält der Faden aber noch Secret in seinem Innern, so erscheint er an diesen Stellen vollkommen rundlich. Daraus ergibt sich, daß die Schlauchwandung selbst nicht quellungsfähig sein kann, um so mehr, als man in dem Faden eine Fortsetzung der innern Kapselhülle sehen muß, die ihrerseits aus einer chitinähnlichen, doch wohl sicher nicht quellungsfähigen Substanz besteht. Gewiß ist der Schlauch bei einzelnen Kapselarten im explodierten Stadium breiter als im eingestülpten Zustande. Doch nehme ich an, daß er, solange er sich noch in der Kapsel befindet, wohl etwas Secret enthält, jedoch noch nicht die gleiche Menge, die in ihm nach der Explosion der Kapsel vom Hohlraum des Bläschens aus empordringt. Fließt dann nach der Ausstülpung das zweifellos quellbare Secret in ihm entlang, so erscheint er vollkommen rundlich, um sofort zusammenzufallen, sowie der Kapselinhalt aus den Poren oder der obern Öffnung ausgetreten ist.

An dieser Stelle möchte ich noch einige Worte über den Kapselinhalt, das Nesselsecret, einflechten. Bei den vorhin beschriebenen Nematocyten von *Velella*, *Tubularia* und *Pennaria* vermochte ich in betreff dieses Punktes keine Beobachtungen zu machen, deren Beweiskräftigkeit auch wohl schon allein wegen der Konservierung der

betreffenden Tiere gewissen Zweifeln unterworfen wäre. Ich konnte nur bei *Pennaria* das klumpige Zusammenballen des Secrets konstatieren, das schon von Iwanzoff (30) beschrieben wurde. Man könnte denken, daß diese Beschaffenheit des Kapselinhalts der Einwirkung von Reagentien zuzuschreiben wäre, doch hat der eben erwähnte Autor die gallertige Konsistenz desselben auch am frischen Material konstatieren können. Iwanzoff verallgemeinert seine an den Macrocniden von *Pennaria* gewonnenen Resultate und behauptet folgendes: „Das Innere der Kapsel, welches vom Faden nicht eingenommen, ist nicht mit Flüssigkeit, wie man bis jetzt glaubte, sondern mit einer gallertartigen Masse gefüllt, die sich mit Anilinfarbe färbt, stark in Wasser aufquellen kann und brennend ätzende Eigenschaften besitzt.“ Schneider (59) schließt sich in seiner neuesten Arbeit den Iwanzoff'schen Ausführungen an. Möbius (45) wie auch von den neuern Autoren Murbach (48) und Nussbaum (49) nehmen dagegen an, daß das Nesselsecret flüssig sei und daß in ihm der Faden schwebe, dessen Lumen nach Möbius und Murbach mit der gleichen Substanz erfüllt ist.

Ich lasse nun meine Beobachtungen über den Kapselinhalt an den wegen ihrer Kleinheit verhältnismaßig ungünstigen Kapseln von *Hydra* folgen: Daß in all den verschiedenen Cnidenformen Secret vorhanden sein muß, ist selbstverständlich, ob es aber in allen dieselben Eigenschaften hat, steht noch dahin. Der Inhalt der vollkommen ausgebildeten großen birnförmigen Cniden färbt sich im Verhältnis lange nicht so stark wie der der Microcniden, selbst wenn durch einen Spalt in den Bläschenwandungen die Farblösung ungehinderten Zutritt zur Kapselflüssigkeit hatte. Es muß nun entweder in den großen Kapseln das Secret nur in geringer Menge vorhanden sein, eine Annahme, die aus naheliegenden Gründen undenkbar ist, oder es muß das Secret in den großen Cniden eine andere Zusammensetzung und damit auch andere Eigenschaften haben als das der Microcniden. Die Flüssigkeit der Macrocniden hat außer ihrer klebenden Eigenschaft auch noch das Vermögen, chitinöse Substanz umzusetzen. Ob dieselbe Fähigkeit auch dem Secret der 3 andern Kapselformen zukommt, ist zum mindesten fraglich, denn sie kommen, abgesehen von den kleinsten birnförmigen, deren Faden rein mechanisch wirkt, nicht mit Chitin in Berührung und haben mit dem Beutefang überhaupt nichts zu schaffen (vgl. die vorl. Mitteilung). Es ist also die Annahme nicht von der Hand zu weisen, daß das Secret der großen Kapselform mit einer

den andern Cniden-Arten fehlenden Eigenschaft ausgestattet ist, also wohl auch chemisch von ihnen verschieden ist, was sich in dem geringen Tingierungsvermögen des Kapselinhalts äußert.

Wegen der starken Färbbarkeit des Secrets der zylindrischen Cniden lassen sich an ihm interessante Beobachtungen über die Beschaffenheit des Kapselinhalts machen. Zu diesem Zwecke schneidet man die Tentakelkrone einer beliebigen *Hydra* ab, bringt sie auf einen Objektträger und preßt durch Druck auf das mit kleinen Wachsfüßchen versehene Deckglas die Gewebe auseinander. Dann setzt man stark verdünnte Essigsäure und darauf Methylenblaulösung von der Seite zu. Man kann dann sofort mit der Untersuchung beginnen oder, besser noch, längere Zeit damit warten, weil die Übersicht durch das baldige Zerfließen der plasmatischen Elemente erhöht wird. Die kleinern Cnidenformen zeigen auch noch insofern ein merkwürdiges Verhalten, als sie nicht momentan, sondern erst nach Aufhören des Druckes nach und nach explodieren.

Eine Macrocnide, in deren Innern noch Secret vorhanden ist, habe ich in Fig. 61 abgebildet. Die Kapsel war vollkommen explodiert und ein Teil des Bläscheninhalts schon in den Faden hinaufgewandert. Dann brach durch irgendeinen Zufall der Schlauch am konischen Zwischenstück ab, wodurch gleichzeitig die Fadenöffnung verschlossen wurde. Das nachströmende Secret konnte keinen Ausweg finden und mußte im Achsenkörper und dessen Fortsetzung zurückbleiben. Also, das ist zu beachten, das Halsstück wie auch das konische Zwischenstück sind für das Kapselsecret undurchlässig, besitzen also keine Poren.

Die Figg. 62—64 zeigen große zylindrische Nesselorgane von *Hydra fusca*, *attenuata* und *viridis*. In Fig. 62 u. 64 ist noch eine ganze Menge Secret in der Kapsel vorhanden, doch ist auch schon sehr viel im Lumen des Fadens hinaufgestiegen und in Form einer großen blauen Kugel aus der Öffnung an der Spitze des Schlauches ausgetreten. Das letztere ist auch an der einen zylindrischen Cnide von *attenuata* der Fall (Fig. 63b), jedoch ist nur noch ein kleiner Secretballen in der Kapsel zurückgeblieben. An dieser Figur, wie auch an der stärker vergrößerten Cnide in Fig. 63a, ist zu sehen, daß schon der basale Abschnitt des Fadens, der bei *Hydra attenuata* mit besonders langen Borsten besetzt ist, mit Poren versehen sein muß, denn es finden sich überall die Secrettröpfchen in Form blauer Kügelchen. Besonders zahlreich sind am Faden der großen zylindrischen Kapseln bei allen *Hydra*-Arten an dessen Endabschnitt Öff-

nungen zum Durchtreten des Kapselinhalts vorhanden, wie zur Genüge durch die Figg. 62—64 bewiesen wird. Zugleich zeigen sie, daß der Kapselinhalt nicht in geschlossener Masse im Schlauche aufwärtsgetrieben wird, sondern daß er sich in kleine Portionen teilt und diese nacheinander in unregelmäßigen Zwischenräumen im Innern des Fadens empor wandern. Man kann an frischen entladenen und sogleich gefärbten Kapseln häufig das Vorwärtsdrängen wie auch das Zurückströmen des Secrets in die Kapsel hinein sehr schön beobachten. Es wandert wunderbarerweise das Secret im Schlauchlumen hin und her, trotzdem schon längst die Explosion zustande gekommen ist und der Druck aufgehört hat. Oft sieht man, wie ein blauer Secretballen im Faden aufwärts steigt und dann plötzlich verschwindet. Das letztere geht auch oft mit den äußerlich am Schlauche ansitzenden Tröpfchen vor sich. Nach erneutem Zusatz des Färbemittels ist und bleibt das Secret verschwunden. Diese Erscheinung dürfte wohl allein auf die Launenhaftigkeit des Methylenblaues zurückzuführen sein; undenkbar ist jedoch nicht, daß das Secret durch die längere Einwirkung des Wassers allmählich in eine keinen Farbstoff mehr aufspeichernde Verbindung übergeführt wird. Seine Eigenschaften, wie Klebrigkeit usw., braucht es deswegen doch nicht zu verlieren.

Das Aufwärtssteigen des Secrets innerhalb des Schlauchlumens der kleinen zylindrischen Kapselformen habe ich in Fig. 65a—c darzustellen versucht. Trotzdem sich in Fig. 65a der Faden erst eine kleine Strecke umgestülpt hat, ist doch schon eine Menge Secret ausgetreten. Nicht nur der Kapselinhalt wird durch die Öffnungen in der Schlauchwand in Tropfenform hindurchgepreßt, sondern auch die Flüssigkeit, die das Lumen des eingestülpten Schlauches erfüllt, wird bei der Umkrempelung des letztern natürlich ebenfalls nach außen befördert. Nebenbei will ich erwähnen, daß sich die langsame Umstülpung des Fadens gerade an dieser Art von Nesselkapseln sehr gut unter dem Mikroskop verfolgen läßt. Die Figg. 65b u. c zeigen wiederum sehr schön das getrennte allmähliche Hinaufsteigen der Secretmassen. In Fig. 65b ist am untern Kapselpol noch eine Ansammlung von Secret vorhanden, während es in Fig. 65c schon bis auf einen minimalen Rest verschwunden ist. Dieser sitzt, wie man es häufig antrifft, an der Öffnung der Kapsel, dort also, wo der eigentliche Faden seinen Anfang nimmt. Daraus kann man folgern, daß erstens das Lumen des Fadens an dieser Stelle eingeengt sein muß; zweitens, daß das Secret keine leicht bewegliche, sondern eine

schwerfließende Flüssigkeit sein wird. Wäre es so leicht beweglich wie beispielsweise das Wasser, so könnte es durch ein so minimales Hindernis wie die vorhin erwähnte Einengung nicht aufgestaut werden, würde dann auch wohl schneller im Faden emporsteigen. Die Bilder, welche das strömende Secret innerhalb des Nesselfadens der *Hydra*-Cniden zeigt, sind somit denjenigen ähnlich, die Iwanzoff (30) bei Actinien beobachtet hat. Neu und wichtig für die Beurteilung des Secrets ist der Austritt desselben in Tropfenform, teils durch die terminale Öffnung, teils durch die Poren der Schlauchwand. Dieses Verhalten beweist ganz klar, daß das Kapselsecret keine gallertige Konsistenz im Sinne Iwanzoff's haben kann, sondern eine Flüssigkeit sein muß, die die für diesen Aggregatzustand charakteristische Tropfenform annehmen kann, eine Flüssigkeit, die, wie ich aus dem Gesamtbilde ihrer Strömungserscheinungen schließe, von schwer beweglicher syrupähnlicher Konsistenz sein muß.

Ich wende mich jetzt der Beschreibung des Cnidoblasten und seiner einzelnen Teile zu. Die Bildungszellen aller 4 Kapselarten unseres Süßwasserpolypen haben im fertigen Zustande Ausläufer, die wie bei marinen Cölenteraten mit der Stützlamelle in Konnex treten. Meine Untersuchungen haben hauptsächlich Bezug auf die Bildungszellen der großen birnförmigen Nesselorgane, weil die der andern 3 Cnidenformen für derartige Zwecke zu winzig sind. Die Kapsel wird von ihrer Bildungszelle (Fig. 66) allseitig bis auf eine Öffnung um den Entladungspol umschlossen. Diese ist jedoch nicht kreisförmig, wie man annehmen sollte, sondern erscheint von oben gesehen als ein Dreieck, dessen Ecken abgerundet sind (Fig. 56a). In einer dieser Ecken befindet sich das zur Bildungszelle gehörige Cnidocil. Sehr selten ist die Entladungsöffnung länglich oval gestaltet, wie es die Fig. 56b wiedergibt. Der äußerste Rand des Cnidoblasten zeigt eigenartige feine Streifen, die nicht nur an den Bildungszellen der großen, sondern auch an den der 3 übrigen Cnidenformen wieder vorkommen. Daß die Streifung nicht der umgebenden Deckzelle angehört, erhellt daraus, daß an großen Nesselkapseln, die von der *Hydra* samt ihrer Bildungszelle ausgestoßen wurden, auch dann noch deren oberer Rand diesen eigenartigen Bau aufweist. Daß auch Stücke der Deckzelle beim Ausstoßen einer Cnide mit fortgerissen werden, glaube ich nicht. Der obere Pol der Nesselkapselbildungszellen von *Hydra* zeigt somit ähnliche Strukturverhältnisse, wie wir sie bei *Velella* und *Pennaria* und in derselben Ausbildung an den Nematocyten von *Tubularia*

auffinden konnten. Diese eigenartigen Strukturen werden, glaube ich, dadurch hervorgerufen, daß Partien dichtern Zellplasmas, durch die Stränge markiert, mit solchen von gewöhnlicher Beschaffenheit abwechseln. Diese dichten Plasmastreifen haben, von andern Einrichtungen noch unterstützt, den Zweck, ein zu frühes Herausreißen derjenigen Nesselkapsel, die ein Beutetier getroffen und festgehalten hat (vgl. d. 2. Teil d. Arbeit), nach Möglichkeit zu verhindern. Wäre der Rand nicht verdickt, so würde beim geringsten Zuge, den das Beutetier bei seinen Befreiungsversuchen auf die Kapsel ausübt, das Plasma des Cnidoblasten zerreißen und die Cnide herausgerissen werden, was gleichbedeutend mit der Befreiung des festgehaltenen Tieres wäre.

Vom Entladungspol aus überzieht die Bildungszelle als dünner, allmählich mächtiger werdender Plasmaschlauch die ganze Kapsel und sitzt selbst mit mehr oder minder breiter Basis der Stützlamelle auf, ohne mit den Längsmuskelfasern, wie Jikeli (32) meint, in Beziehung zu treten. Schneider (54) fand in dem basalen Fortsatz des Cnidoblasten Vacuolen vor. Niemals wird man diese an vitalen Zellen erblicken können, sie sind immer der Einwirkung von Reagentien oder auch der des Wassers zuzuschreiben. Der Stiel der Nesselzellen erlangt bei *Hydra* keine so beträchtliche Länge wie der der Nematocyten von *Pennaria, Tubularia* und *Velella*, sondern er bleibt, wenigstens auf den Tentakeln, kurz und breit und übertrifft selten die dazu gehörige Kapsel an Länge. Der Grund dafür ist in der Flachheit des Epithels gegeben.

Ein besonderes Produkt der Bildungszelle ist das Cnidocil, dessen Aufbau von den einzelnen Autoren verschieden beschrieben wurde, trotzdem es seit der Arbeit F. E. Schulze's über *Cordylophora*, in der er auf die wahre Bedeutung des Cnidocils hinwies, sich ganz besonderer Beachtung zu erfreuen hatte. Jikeli (32) beschreibt es folgendermaßen: „Das Cnidocil steigt bei allen Nesselkapselzellen außerhalb der Kapselumhüllung, dieser dicht angeschmiegt nach aufwärts, nur die großen Nesselkapseln von *Hydra grisea* — bei den beiden großen Nesselkapseln von *Hydra viridis* und *vulgaris* blieb ich zweifelhaft — zeigen in dieser Beziehung eine interessante Abweichung. Hier scheint das Cnidocil unten in die Kapselumhüllung hineinzutreten, daselbst in einer geschlossenen Rinne zu verlaufen und oben die Hülle wieder zu verlassen um frei zu endigen. . . . Betrachtet man eine Nesselkapsel bei guter Beleuchtung mit starker Vergrößerung, so erkennt man das Cnidocil als eine in einem Cylinder

aufsteigende Faser, welche in einer gewissen Höhe frei hervortritt. Bei macerirten Nesselkapselzellen vermißt man diese Faser oft, erkennt dagegen an aufgerissenen Nesselkapselumhüllungen, wenn dieselben so liegen, daß ihre innere Wandung der direkten Beobachtung zugänglich ist, oder durch einen im Präparat erregten Strom zugänglich wird, eine meridional verlaufende gerundete Leiste, welche in Länge und Stärke mit jener das Cnidocil umhüllenden Röhre übereinstimmt. Dieses Verhalten des Cnidocils beobachtete ich nur bei *Hydra grisea*, nicht aber bei *viridis vulgaris*." Nussbaum (49) schilderte das Cnidocil als ein die Cuticula der äußern Leibesschicht durchbohrendes feines Stiftchen. Schneider (54) macht über den reizleitenden Apparat folgende Angaben: „Was nun die um die Kapsel gelagerten Teile der Nesselzellen anlangt, so fällt an allen peripher gelagerten Zellen ein starrer ebenfalls glänzender haarähnlicher Fortsatz, der aber scharf vom Protoplasma sich abhebt, auf, — das Cnidocil. Dieses entspringt im Protoplasma der Kapselhülle, steht neben der vorderen Oeffnung, und ist bei der großen ovalen Form in seinem unteren Abschnitt mit einem cylindrischen Ueberzug von Protoplasma umkleidet, aus dem es wie aus einer Röhre frei hervorragt."

Meine Untersuchungen führten zu einer andern Auffassung vom Bau des Cnidocils. Es hat im ganzen dieselben Strukturverhältnisse aufzuweisen, die es uns bei den vorhin besprochenen Cölenteraten zeigen konnte. Ich füge hier einige Bemerkungen Grenacher's (22) ein: „Sieht man vom Entladungspol her auf günstig gelegene Nesselkapseln in der Richtung ihrer Achse, so kommen, unter der Voraussetzung zureichender optischer Hilfsmittel, die erwähnten Strukturverhältnisse zu Gesicht. Nämlich da, wo sich das Cnidocil aus der Schlotwand erhebt, zeigt sich rechts und links von demselben eine äußerst zierliche radiär gestellte Streifung, die in einiger Entfernung von ihm kürzer und undeutlicher wird, und schließlich ganz verschwindet; sie nimmt etwa $^1/_4$ und $^1/_3$ des rundlichen oder abgerundet dreieckigen Schlotumfanges ein. Diese Streifung sieht so prägnant aus, als ob sie durch einen winzigen Stäbchenkranz hervorgerufen würde ich glaube aber, sie ist das nicht, sondern der optische Ausdruck für eine äußerst feine Fältelung, deren Sitz die Schlotwand ist, freilich ist völlige Gewißheit darüber zur Zeit unmöglich. Auch an Profilansichten kann man sie sehen, aber mit etwas mehr Schwierigkeit; wendet man hier senkrecht zur Achse einfallendes schiefes Licht an, so kann man die feinen Linien eine Strecke weit nach hinten verfolgen bis etwas über das Deckelchen hinaus, wo sie dann

spurlos verschwinden.“ Ohne es zu wissen, gibt Grenacher hier eine durchaus zutreffende Schilderung des Cnidocilapparats selbst. Denn die vermeintliche Fältelung in der Schlotwand existiert überhaupt nicht; sie wird vorgetäuscht einerseits durch eine Anzahl stärkerer Stäbchen (Fig. 56a u. b *cnst*), die in ihrer Gesamtheit das Cnidocil zusammensetzen, andrerseits durch die streifenförmigen Verdickungen des Cnidoblastenrandes. Sieht man vom Entladungspol her auf den Fuß des Cnidocils, so erblickt man meistens 4 halbmondförmig nebeneinander liegende feine Stäbchen. Stellt man etwas höher ein, ungefähr in Höhe des Kapseldeckels, so findet man ihre Anzahl um 3 oder 4 vermehrt (Fig. 56a *cnst*). Ob sich die Stäbchen teilen oder ob neue kürzere zu den ersten 4 hinzukommen, kann ich nicht mit Gewißheit sagen, glaube aber, daß die zweite Annahme mehr für sich hat. Inzwischen haben sich die Stäbchen immer mehr um ein mittleres zusammengedrängt; das in dieser Höhe von oben her betrachtete Cnidocil gibt die Fig. 56b wieder. Die seitlichen Fasern, die ich als Begleitstäbchen bezeichnen möchte, hören an einer bestimmten Stelle auf und werden dann von der mittlern besonders bei den kleinern Nesselorganen stark verlängerten und spitz zulaufenden Faser, der Achsenfaser, überragt. Aus dem Vorstehenden geht hervor, daß von einer wirklichen Cnidocilröhre im Sinne Jickeli's keine Rede sein kann und auch die Vorstellung, wie sie Schneider vom Aufbau des Cnidocils hatte, nicht der Wirklichkeit entspricht. Alle 4 *Hydra*-Arten lassen in bezug auf den Bau des Cnidocils keine bemerkenswerten Abweichungen erkennen, stets setzt es sich aus einer Anzahl feiner Stäbchen zusammen. Ferner ist das Cnidocil, oder wenigstens seine mittlere Faser, kein so starres Gebilde, wie Schneider vermutet, wovon man sich auf folgende Weise überzeugen kann: Man betrachte die Tentakeloberfläche einer *Hydra grisea* oder *attenuata* mit einer starken Immersion und beachte vor allem die Cnidocile der kleinen birnförmigen oder zylindrischen Nematocyten-Arten, weil diese bei ihrer Länge für derartige Beobachtungen am geeignetsten sind. Man wird bei einiger Geduld erkennen können, daß beim Ausdehnen oder dem Kontrahieren des betreffenden Armes die einzelnen Cnidocile in eine leicht vibrierende Bewegung geraten. Als ich letztere zum ersten Male beobachtete, glaubte ich eine aktive flimmernde Bewegung der Achsenfaser konstatieren zu können, wie ich sie einmal an den Cnidocilen einer dem Absterben nahen Scyphistoma-Larve von *Aurelia aurita* wahrnehmen konnte. Indessen wird das Hin- und

Herbiegen des obern Cnidocilabschnitts dadurch hervorgerufen, daß das feine schmiegsame Fädchen beim Ausstrecken resp. Zusammenziehen des Tentakels fortwährend sich an den minimalen Unebenheiten der daraufliegenden Deckglasfläche stößt. Es ist bis zu einer gewissen Grenze nach allen Richtungen hin biegsam. Wird diese überschritten, so löst sich das mediane Stäbchen aus der Mitte der andern los, ein Abbrechen jedoch wird man seltner konstatieren können. Der untere Abschnitt des isolierten Stäbchens zeigt häufig noch einen körnigen Überzug von Protoplasma.

Als weiteres Produkt des Cnidoblasten wird von Jikeli und dann später auch von Schneider ein stark lichtbrechendes Häutchen beschrieben, das die Kapsel bis auf die Öffnung am Entladungspol einschließt und muskulöser Natur sein soll. Jikeli konnte es an allen Nesselkapseln von *Hydra* konstatieren, nach Schneider ist es nicht immer vorhanden. Der erste Autor glaubt, die „Muskelhülle" sei die Fortsetzung einer in eine Anzahl Ausläufer zerspaltenen Faser, die den Stiel des Cnidoblasten ausmacht. Nach Schneider ist in der Gegend des Kernes bei manchen Zellen ein Teil des Protoplasmas zu einem muskulösen Schlauche umgewandelt, der mit der Hülle um die Kapsel verschmilzt und nach unten zu an die Stützlamelle herantritt. Meine Untersuchungen haben das Vorhandensein eines Häutchens um die Kapsel herum bei allen Nematocyten ergeben. Doch habe ich, abgesehen von der starken Lichtbrechung der Hülle, nichts gefunden, was auf die muskulöse Natur der Membran hingedeutet hätte. Ich muß die muskulöse Umhüllungsmembran Jikeli's — Schneider vertritt neuerdings einen andern Standpunkt — für das halten, wofür Grenacher (22) u. A. sie erklären, nämlich für eine Schicht dichtern Protoplasmas, für eine Abgrenzung des letztern gegen die Kapsel. Nie wird man bemerken können, wie Jikeli angibt, daß die Kapselumhüllung in den Fortsatz des Cnidoblasten übergeht oder, wie Schneider es schildert und auch abbildet, in einen muskulösen Schlauch sich fortsetzt. Wenn somit die Versuche Jikeli's und Schneider's, eine Nesselkapselmuskulatur, welche für den Entladungsakt verantwortlich gemacht werden kann, nachzuweisen, gescheitert sind, so fehlt eine solche doch keineswegs, wie Will gezeigt hat.

Will gelang an Isolationspräparaten zum ersten Male der Nachweis, daß die großen Cnidoblasten von *Hydra* mit einer in Gestalt von zahlreichen längsverlaufenden Fibrillen auftretenden Muskulatur ausgerüstet sind. Die Muskelfibrillen sind einem plasmatischen Waben-

werk eingeordnet, dessen Wabenzüge von oben nach unten am Cnidoblasten verlaufen. Diesem Wabenwerk sind die einzelnen Fibrillen selbst eingebettet, die oben in einiger Entfernung der Cnidocilstäbchen und der radiären Streifung aufhören und nach unten sich bis gegen den untern Pol der Zelle verfolgen ließen. In einem Falle konnte Will ihre Fortsetzung auf den Stiel selbst konstatieren. Die betreffenden Beobachtungen Will's wurden von ihm teilweise schon im Jahre 1905 in der Naturforschenden Gesellschaft zu Rostock und dann vollständiger auf der Deutschen Zoologenversammlung 1907 vorgetragen. Die bezügliche, inzwischen in den Sitzungsberichten und Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Rostock erschienene Publikation Will's [1]) hat mir bei Abfassung meines Manuskripts noch nicht vorgelegen,

Das Vorhandensein von Muskelfasern im Cnidoblasten von *Hydra* habe ich an meinen Schnittpräparaten durchaus bestätigt gefunden und verweise zum Beleg hierfür auf meine Fig. 67. Ich füge ergänzend hinzu, daß die Muskelfibrillen im untern Teile des Cnidoblasten vielfach eine Gabelung erkennen lassen.

Weiter beschreibt Will als neu ein spiralig gewundenes Band, dessen Hauptmasse unterhalb der Cnide im basalen Teile des Cnidoblasten gelegen ist, von hier aus äußerlich über die Cnide entlang nach oben zieht und sich im vordern Teile der ausgestülpten Cnide an diese in der Gegend des Achsenkörpers anheftet. Ohne die Einzelheiten seines Verlaufes genauer studiert zu haben, kann ich das Vorhandensein dieses von Will als Lasso bezeichneten und als Spiralmuskel gedeuteten Bandes bestätigen. Es hatte sich an meinen Schnitten stets tiefblau imprägniert (Fig. 67).

Über eine Muskulatur der Cnidoblasten mit zylindrischen Kapseln kann ich keine Angaben machen, weil sie für derartige Untersuchungen recht ungeeignet sind.

Bessere Resultate lieferte aber das Studium der Bildungszellen der kleinen birnförmigen Nesselorgane, die von allen Nematocyten-Arten am reichsten am Hydrenkörper vertreten sind. Auch bei ihnen bildet der Cnidoblastenschlauch nur einen dünnen Überzug über die Kapsel, geht unterhalb dieser in eine kompaktere, sich nach unten konisch verjüngende Plasmamasse über, die ihrerseits sich zu einem

1) L. Will, Ueber das Vorkommen kontraktiler Elemente in den Nesselzellen der Coelenteraten. Auch separat erschienen: Rostock 1909.

langen Stiele auszieht, welcher sich mit der Stützlamelle verbindet (Fig. 68). Der Kern liegt stets direkt unterhalb der Kapsel, zeigt häufig an der dem Bläschen zugewandten Seite eine Einbuchtung und scheint außerordentlich reich an chromatischer Substanz zu sein. Durch diese Besonderheiten bekommt die ganze Cnidocyte große Ähnlichkeit mit den in Fig. 22 abgebildeten kleinen Nematocyten von *Tubularia*. Das Cnidocil ist länger als das der großen Nesselorgane, ist aber sonst wie dieses gebaut, auch allem Anscheine nach aus derselben Anzahl Stäbchen zusammengesetzt; es liegt an einer beliebigen Stelle der runden Explosionsöffnung. Auch im Umkreise der letztern treffen wir wieder wie bei den Macrocniden jene eigenartige Streifung an, die hier im Verhältnis zur Größe der Kapsel noch prägnanter zu sein scheint. Was den Fortsatz der kleinen birnförmigen Cnidocyten anbelangt, so glaubt Schneider (54), daß er von einem Faden ohne Protoplasmaüberzug repräsentiert werde. Nach meinen Untersuchungen wird auch bei diesen Nesselzellen der Fortsatz der Bildungszelle von Protoplasma gebildet, das einen wenn auch noch so zarten dünnen Belag um einen Stielmuskel bildet (Fig. 68), der an konserviertem Material oft wellenförmig geschlängelt ist.

Offenbar entspricht dieser Muskelstrang dem von mir im Cnidoblastenstiel der vorhin beschriebenen Cnidarier beobachteten medianen Strang. Daß auch dieser Stielmuskel aus einzelnen Fibrillen besteht, schließe ich aus dem Umstande, daß auch hier im obern Abschnitt des Cnidoblasten (Fig. 68) einzelne Längsmuskelfibrillen vorkommen, die mit der Richtung auf den Entladungspol an der Kapsel entlang laufen und sich nach unten zu in ein Bündel von Fasern fortsetzen, das sich in seiner Gesamtheit imprägniert hat und so als einheitlicher Stielmuskel erscheint. Übrigens kann man sich auch an Querschnitten von dem Vorhandensein der auf der Oberfläche der Kapsel verlaufenden Längsmuskelfibrillen überzeugen.

Da somit außer den großen birnförmigen Cniden auch die kleinen birnförmigen Zellen eine wohlausgebildete Muskulatur besitzen, so dürfen wir wohl annehmen, daß auch die der Untersuchung schwerer zugänglichen zylindrischen mit einer solchen versehen sein werden.

V. *Coryne pusilla.*

Wie bei der nahe verwandten, durch F. E. Schulze so trefflich beschriebenen *Syncoryne* sind auch bei *Coryne* die reifen Nesselkapseln ausschließlich auf die stechapfelförmigen Tentakelköpfchen beschränkt. In letztern fällt uns der stets gleiche Bau der nur in der Größe variablen Cniden auf, wohingegen wir bei *Hydra*, *Pennaria* und *Tubularia* das Vorhandensein verschiedener, durch besondere Form und typischen Bau der Kapsel und ihrer einzelnen Teile ausgezeichneter Nematocystenformen konstatieren konnten. Die großen und kleinen Cniden von *Coryne* unterscheiden sich nicht von den mit Achsenkörper versehenen Kapseln von *Hydra*, *Velella* und *Pennaria*, so daß ich nicht näher auf sie einzugehen brauche. Auch sie besitzen einen mit langem Fortsatz versehenen Cnidoblasten, der sie bis auf eine dreieckige Öffnung um den Entladungspol (Fig. 69) mit seinem Plasma einschließt. Der Rand der Bildungszelle zeigt die gleiche scheinbare Riefelung, die wir auch am Cnidoblasten der vorhin beschriebenen Cnidarier bemerkten (Fig. 69 *stc*). Die eine Ecke der dreieckigen Entladungsöffnung wird von dem Cnidocilapparat eingenommen, der zuerst ausführlich von Will in dem oben zitierten Vortrag beschrieben worden ist. In Fig. 69 erkennt man die Achsenfaser des Cnidocils als blauen Punkt, der von einer halbkreisförmigen Linie umgeben ist, welche die Summe der Begleitstäbchen in der Ansicht von oben darstellt. Ferner zeigt die Figur, daß auch in dem obern Abschnitt des Cnidocilapparats von einer eigentlichen Röhre nicht die Rede sein kann; vielmehr legen sich hier die Begleitfasern nur zu einem Halbrohr zusammen. Weiter nach unten weichen sie auseinander, um sich fächerförmig auszubreiten, was man an meiner Fig. 70a u. b (*cnst*) erkennen kann.

Sehr eingehend ist auch der von Will (l. c.) entdeckte Muskelapparat bereits von ihm sowohl für *Syncoryne* wie *Coryne* beschrieben worden. Für *Syncoryne* beschreibt er in der obern Hälfte des Cnidoblasten kräftig ausgebildete Längsmuskelfasern, die sich unmittelbar bis zur radiären Streifung am Entladungspol erstreckten, in der untern Hälfte des Cnidoblasten aber vermißt wurden. Dagegen ist wieder der Stiel von einer Anzahl von Fibrillen, sowohl bei *Syncoryne* wie bei *Coryne*, durchzogen. Da Will bei letzterer Form den Zusammenhang der Stielfasern mit den Muskelfasern des Cnidoblasten konstatiert, vermutet er das gleiche auch für *Syncoryne*. Ich konnte

nur *Coryne* untersuchen und kann das Vorhandensein einer wohlausgebildeten Cnidoblastenmuskulatur nur bestätigen. Ergänzend füge ich nur hinzu, daß die Fasern, die aus dem Stiele heraustreten, sich sämtlich in halber Höhe des Cnidoblasten teilen, so daß also in der obern Hälfte der Bildungszelle die Fibrillenzahl mindestens doppelt so groß ist wie in der untern.

VI. *Physalia.*

Auch die Nesselkapseln und Cnidoblasten von *Physalia* habe ich zwar untersucht, allein nur zu meiner Orientierung, mit dem Ergebnis, daß die von Chun für diese Gattung entdeckten Muskelfasern nicht quergestreift sind, sondern den von Will in neuester Zeit eingehend beschriebenen spiraligen Bau besitzen.

VII. *Pelagia noctiluca.*

In den an fast allen Körperregionen dieser Meduse vorhandenen Nesselwülsten findet der Untersucher 2 verschiedene Formen von Cniden. Die eine größere ist in explodiertem Zustande in Fig. 71 abgebildet; über ihren Bau ist nichts Besonderes zu sagen. Sie besteht aus einer kugligen Kapsel, deren innerstes Häutchen in dem Faden sich fortsetzt, der mit Spiralreihen (vermutlich 3) von Borsten besetzt ist. Im Ruhestadium ist der Schlauch wie ein Tau zusammengerollt. Die zweite kleinere Cnidenform, die auf den Tentakeln häufiger ist als die große, wogegen letztere in den Nesselwülsten auf der Exumbrella vorherrscht, trifft man an konserviertem Material verhältnismäßig selten entladen an. Die innere Wandung des länglichen ovalen Bläschens geht in einen langen, mit größern Stacheln bewehrten Achsenkörper und dieser wieder in den eigentlichen Faden über, der in seinem Anfangsteil Härchen tragen kann, dessen Ende aber völlig glatt ist (Fig. 72). Befindet sich das Halsstück noch innerhalb der Kapsel, so birgt es auch, wie man voraussehen kann, in seinem Innern die Stilete und geht am untern Pol des Bläschens in den Faden über; dieser steigt, dem Achsenkörper parallel, wieder zur Entladungsöffnung empor und legt sich dann in Windungen, die als regelmäßige, nach unten verlaufende Spiraltouren den Achsenkörper und den diesem gleichgerichteten aufsteigenden Fadenabschnitt umgürten. Außer diesen beiden häufigsten Cnidenformen scheint in den Nesselbatterien der Umbrella noch eine größere

seltne ohne Achsenkörper und eine sehr kleine Nematocysten-Art vorzukommen.

Das Ectoderm des Tentakels wird an den Stellen, an welchen sich viele Nesselorgane befinden, zu einer außerordentlichen hohen Zellenlage. Einen Teil eines Querschnitts durch einen Tentakel habe ich in Fig. 73 wiedergegeben, in der die Konturen der benachbarten ectodermalen Wülste nur angedeutet sind. Die Stützlamelle (Fig. 73 *Stl*) hat sich als breiter Balken in die Ectodermkuppen hineingedrängt. Sobald diese Membran in letztere eintritt, sieht man von ihr mit Hämatoxylin sich intensiv färbende Fasern ausgehen, die zu den zahlreich vorhandenen Nesselorganen emporstreben und in deren nächster Umgebung enden. Fr. Müller (46) und Claus (15) haben im Ectoderm der von ihnen untersuchten *Charybdaea marsupialis* ähnliche Gebilde aufgefunden. Der letztere beschreibt sie folgendermaßen: „Während des Emporrückens der sich bedeutend verlängernden Nesselzelle differenziren sich am basalen Teile derselben sechs oder mehr lange strahlförmige Fäden, die sich aber intensiv mit Carmin, noch stärker mit Haematoxylin tingiren und vielleicht muskulös sind. Fr. Müller beschreibt dieselben bereits als cylindrische Fäden, welche die spindelförmige Nesselzelle umgeben und vom Rande einer die Basis der Nesselzelle umhüllenden Scheide entspringen sollten. Es handelt sich jedoch wohl nicht um separate Gebilde, sondern um den umgebildeten Basaltheil des Cnidoblasten, welcher dem auch in andern Fällen sehr langen, aber einfachen Träger entspricht, in unserem Falle nur meist in sechs Fäden gespalten ist. Dieselben sitzen basalwärts der Stützlamelle auf und gehen mit ihrem distalen zu einer dünnen Faser ausgezogenen Endabschnitt in die membranartige Umhüllungsmembran des Nesselorgans über, in der ich, zumal da an derselben häufig noch der Kern enthalten ist, nur einen Rest des Cnidoblasten erkennen kann.“ Bei *Pelagia* ist die Anzahl der vorhandenen Fasern eine variable, es können 3, 4, ja auch 10 und noch mehr sein. Sie sitzen mit breiter, oft zerteilter Basis der mächtigen Stützlamelle auf und ziehen unter wellenförmigen Krümmungen zu den Kapseln empor (Fig. 73).

Daß sie, wenigstens bei *Pelagia*, nicht in die Umhüllungsmembran der Kapsel eintreten, glaube ich mit Bestimmtheit behaupten zu können. Sie verlaufen bis zu ihrem äußersten Ende in dem das Bläschen umgebenden Protoplasma, wie es aus der Fig. 74 auch zu sehen ist, welche einen Schnitt wiedergibt, der quer zur Längsachse

der Kapsel ungefähr durch dessen Mitte und das benachbarte Plasma geführt wurde. Durch die Einwirkungen der Reagentien ist letzteres von der Wandung der Kapsel zurückgetreten, zeigt aber deutlich in seinem Innern die Querschnitte einer Menge jener Fasern, die wir in Fig. 73 in seitlicher Ansicht erblickten. Nicht nur im Umkreise der Microcniden, sondern auch in der Nachbarschaft der Macrocniden treten diese eigenartigen Gebilde auf; ihr Vorkommen ist überhaupt an das der Cniden gebunden.

Wenn Claus (15) die Möglichkeit aufstellt, daß die beschriebenen Fasern muskulös seien, so, glaube ich, hat er mit dieser Vermutung das Richtige getroffen. Obwohl ihre Entstehung noch unklar, sind sie doch jedenfalls von besondern, den Cnidoblasten umgebenden Zellen erzeugt worden. Da nun den beschriebenen Cnidocyten eine eigne Cnidoblastenmuskulatur, wie ich sie bei einer ganzen Reihe anderer Cölenteraten geschildert habe, zu fehlen scheint, so liegt die Annahme sehr nahe, daß die beschriebenen Strukturen bei der Explosion der Cnide die Stelle der Cnidoblastenmuskulatur übernehmen. Ich beschreibe sie als akzessorische Muskelfasern.

Die Nematocyten, die die Nesselwülste der Exumbrella, der Mundkrausen usw. ausmachen, zeigen hinsichtlich der muskulösen Elemente geringe Abweichungen. In der Umgebung der großen Cniden treffen wir allerdings auch wieder die gleichen muskulösen Fasern an, die rings um die Kapsel herum liegen und in der Nähe ihrer Explosionsöffnung enden. Die kleinen Nematocyten der Umbrella besitzen einen plasmatischen Stiel (Fig. 75), der einen Stielmuskel erzeugt, welcher wie bei andern Cnidariern aus einzelnen Fibrillen zusammengesetzt sein muß, da er sich wie bei diesen im Zellkörper des Cnidoblasten in einzelne Muskelfasern auflöst, welche der Länge nach über die Kapsel hinwegziehen, bis sie, am Entladungspol angekommen, enden.

So besitzen diese kleinen Cnidocyten eine echte Cnidoblastenmuskulatur. Außerdem ist aber jede noch, wie Fig. 75 zeigt, mit 2 oder mehreren akzessorischen Muskelfasern ausgestattet.

Trotz dieser eigenartigen Verhältnisse sind also auch die Cniden von *Pelagia* mit Muskelfasern versehen, welche bei der Explosion der Kapsel in Tätigkeit treten können.

VIII. *Olindias mülleri.*

Zur Untersuchung der Nesselorgane von *Olindias* standen mir nur Tentakelstückchen zur Verfügung, so daß ich also über die an andern Körperstellen der Meduse vorhandenen Cniden keine Angaben machen kann. Die Tentakel haben nur eine Art von Cniden (Fig. 78 a) aufzuweisen; wie diese im explodierten Zustande aussehen, vermag ich nicht anzugeben, denn entladene Kapseln konnte ich leider nicht auffinden. In bezug auf die Nesselkapselmuskulatur zeigen sie Verhältnisse, die sich nur wenig von den bei *Pelagia* aufgefundenen unterscheiden. An einem mit Heidenhain'schem Hämatoxylin gefärbten Schnitt durch einen Tentakel fallen innerhalb der Nesselwülste sofort breite blaue Bänder auf, die mit ihrer Basis der Stützlamelle aufsitzen. Die Fig. 76, die einen Teil eines Tentakelquerschnitts wiedergibt, zeigt eine größere Anzahl dieser Fasern der Stützlamelle aufsitzend und gegen die freie Oberfläche des Epithels sich erhebend. Epithelzellen wie auch die Cniden selbst habe ich der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet, wohl aber die ectodermale Längsmuskulatur des Tentakels, die man in Gestalt tiefblau gefärbter Punkte im Querschnitt der Stützlamelle dicht aufliegend findet (Fig. 76 *m*). Ebenso wie diese anerkannt muskulösen Fasern haben sich auch die breiten Stränge gefärbt, die in der Mitte der Figur sich senkrecht von der Stützlamelle erheben und in gleich starker Ausbildung nur dort angetroffen werden, wo eine Nesselbatterie vorhanden ist. Sie werden, wie auch aus der Figur ersichtlich, durch das Zusammenlöten einer Menge feinster Fibrillen gebildet, die auch so innig miteinander verknüpft sein können, daß das ganze Bündel wie in Fig. 77 als solider Strang erscheint. Die letzte Figur läßt auch erkennen, daß die blauen Bänder bei ihrer Vereinigung mit der Stützlamelle in zarte Fäserchen zerfallen, die noch eine Strecke in diese hinein sich verfolgen lassen. Die breiten Fasern gruppieren sich zu 2—4 rings um die einzelnen Kapseln. Am untern Pol der Cnide zerfällt jeder einzelne Balken in eine große Anzahl feiner Fibrillen, die dann, sich immer in der Nähe der Kapsel haltend, nach oben der Cuticula zu ziehen. Dadurch wird die betreffende Nesselkapsel allseitig von diesen Fibrillen eingeschlossen, wovon man sich leicht an einem Querschnitt durch eine Nematocyte überzeugen kann. Erwähnen will ich noch, daß bei der Maceration diese breiten Stränge mit ihren feinen

Fibrillen stets in Verbindung mit ihrer Kapsel bleiben, wodurch auch ihre physiologische Zugehörigkeit zur Cnide bewiesen wird. Wenn auch mein Material eine eingehende histologische Untersuchung nicht zuließ und ich über die morphologische Zugehörigkeit der blauen Fasern zu irgendwelchen Zellen keine Auskunft geben kann, so scheint mir doch soviel sicher zu sein, daß sie keinesfalls vom Cnidoblasten erzeugt werden, da sie auch an solchen Stellen der Batterie vorkommen, an denen Cniden selbst noch nicht vorhanden sind. Ich nehme daher an, daß sie wie bei *Pelagia* von besondern, die Cnidoblasten umgebenden Zellen erzeugt werden.

Wie bei *Pelagia* erhebt sich auch im Falle unserer *Olindias* die Frage nach der Natur dieser Fasern. Es kann sich wohl nur um zwei Möglichkeiten handeln: sie sind entweder Stütz- oder Muskelfasern. Sind es Stützelemente, so wird man jedenfalls konstatieren müssen, daß sie nicht Fortsetzungen der Stützlamelle sind, denn sie verhalten sich färberisch grundverschieden von dieser. Ich halte aber ihre Auffassung als Stützfasern für ganz ausgeschlossen, weil sie sich nicht überall im Ectoderm finden, sondern nur in Begleitung der Nesselwülste, die gerade einer Stütze am wenigsten bedürfen, weil die ihnen eingelagerten Cniden denselben an sich schon hinreichend Widerstandsfähigkeit verleihen.

So kann ich dieselben nur für Muskelfasern ansprechen, eine Auffassung, für die einmal spricht, daß sie sich färberisch und in bezug auf Lichtbrechungsvermögen genau so verhalten wie die ectodermalen Längsmuskeln, dann aber auch die enge Verbindung mit den Cniden, für die nur ein Muskelapparat Sinn hat. Nach dieser Auffassung würden sie also der Kategorie der akzessorischen Muskeln gleich denen von *Pelagia* zuzurechnen sein.

Die Entladung der Nesselorgane.

Nachdem ich versucht habe, auf den vorhergehenden Seiten eine möglichst eingehende Schilderung der Cnidocyten einzelner Cnidarier zu geben, möchte ich im Folgenden das Fazit aus diesen Untersuchungen ziehen und die Beziehungen der einzelnen Cnidoblastenelemente zur Explosion der Kapsel etwas näher ausführen. Zuvor möchte ich einen kurzen Überblick über die hierauf bezügliche Literatur geben.

Wichen schon die Befunde der einzelnen Autoren hinsichtlich

des Baues der Nematocyten voneinander ab, so mußten erst recht die Angaben über Ursache und Art und Weise der Explosion der Cnide differieren; denn bei der enormen Schnelligkeit, mit der die Entladung einer Kapsel vor sich geht, ist es einzig und allein der histologische Aufbau der Cnidocyte, der uns Aufschluß über den Mechanismus der Explosion zu liefern vermag. In dem geschichtlichen Überblick, den Möbius (45) am Schlusse seiner für alle späten Untersuchungen der Nesselorgane grundlegenden Arbeit gibt, finde ich noch verschiedene Forscher erwähnt, deren Ansichten, obschon sie veraltet sind, dennoch des Interessanten genug bieten, so daß es wohl wert ist, sie in der Literaturangabe zu erwähnen. Leider standen mir deren Arbeiten nicht zur Verfügung, so daß ich nur die Angaben von Möbius darüber hier anführen kann.

Nach Möbius soll Frey den Anstoß zur Entladung der Kapsel in der spontanen oder reflektierten Kontraktion der Haut und des oberflächlichen Körperparenchyms, Ecker und Gegenbaur in einem von außen auf die Kapsel wirkenden Druck erblickt haben. Dujardin glaubte, daß durch das endosmotische Eindringen des Wassers die Explosion des Bläschens veranlaßt würde, während Gosse annahm, daß die Flüssigkeit im Innern der Kapsel einer großen Ausdehnung fähig sei und den Schlauch herauspresse, wenn auf sie selbst ein bestimmter Reiz ausgeübt werde.

Möbius selbst dachte sich den Mechanismus der Entladung, wie folgt: An der Kapsel wirken zwei Kräfte gegeneinander. Die eine ist die Elastizität der Kapselwand, die bestrebt ist, ihren eignen Umfang zu vermindern. Der Druck der Kapselwand muß sich allseitig durch die Flüssigkeit im Innern des Bläschens bis zum Achsenkörper hin fortpflanzen. In ihm ist der Sitz der der ersten entgegenwirkenden andern Kraft; es ist dies die ausdehnende Elastizität seiner Haarspiralen. Letztere ist schon vom Entstehen der Härchen an mit immer größerer Kraft, je umfangreicher die Borsten werden, wirksam. So muß allmählich ein Zustand geschaffen werden, wo ein geringer Anstoß, den Möbius im Druck der umgebenden Gewebe sieht, genügt, der elastischen Kapselwand das Übergewicht zu verschaffen und durch ihren Druck auf die Kapselflüssigkeit, den Schlauch aus der Bläschenöffnung herauszutreiben.

F. E. Schulze (61) wandte gegen diese Theorie ein, daß nach der Auffassung von Möbius die Nesselorgane sich stets in Masse entladen müssten, wogegen er selbst sich von der stets lokalen

Explosion der Cniden überzeugt hätte. Den Anlaß zur Ausstülpung erblickte Schulze in einem von außen kommenden Druck. Dieser müßte zuerst auf das Cnidocil wirken, das Schulze als Bestandteile jeder einzelnen Nesselzelle aufgefunden hatte. Dann würde der Druck entweder direkt auf die als Basis jedes Härchens dienende Protoplasmahülle der Nesselzelle und durch diese dann auf die Seitenwand der Kapsel übertragen, oder das Protoplasma der Nesselzelle würde durch den mechanischen Reiz zur Kontraktion veranlaßt.

Bis jetzt waren den Autoren immer die Fortsätze der Nematocyten entgangen — F. E. Schulze konstatierte sie am Cnidoblasten von *Syncoryne sarsii*, äußerte sich aber nicht über ihre Natur —, doch werden sie auch in der ersten Zeit ihres Auffindens noch nicht mit dem Entladungsvorgang in Verbindung gebracht. Man sah in ihnen entweder nervöse Elemente (Korotneff bei *Lucernaria*, Gebr. Hertwig bei Actinien) oder nur Stützfasern (Hamann, 26). Der letzte Autor schloß sich zugleich den Ausführungen Schulze's in allen Teilen an.

In seiner Arbeit über *Charybdea marsupialis* beschrieb Claus (15) innerhalb des Cnidoblasten lange der Kapsel aufliegende Fäden, die er aus der Umbildung des Fortsatzes der Bildungszelle hervorgegangen dachte. Ihrer Natur nach hält er sie für wahrscheinlich muskulös.

Von nun an findet man von einer großen Anzahl von Forschern die Ansicht vertreten, der Stiel des Cnidoblasten oder andere besonders differenzierte Teile desselben wären muskulös und veranlaßten durch ihren Druck oder Zug die Explosion der dazugehörigen Kapsel.

Eine Hauptstütze dieser Theorie waren und sind noch die Befunde Chun's (8) bei *Physalia*, wo er, wie bekannt, vom Plasma des Cnidoblasten ausgeschiedene Muskelfasern nachweisen konnte. Chun nahm an, daß eine Berührung des Cnidocils genüge, um den Reiz auf die Muskulatur der Bildungszelle zu übertragen, die ihrerseits bei ihrer Kontraktion einen starken Druck auf die Kapselwand ausüben und dadurch die Explosion der Cnide veranlassen müsse. Andrerseits wird beim Fehlen der Muskulatur innerhalb der Bildungszelle allein der Zug, durch den beim Kontrahieren des Cnidoblastenstiels das Bläschen auf die darunterliegenden Gewebe aufgedrückt wird, eine Entladung der Kapsel hervorrufen können. In ihren Grundzügen wurde die Auffassung Chun's geteilt von

Jikeli (32), von v. Lendenfeld (38—40), Nussbaum (49) und Murbach (48).

Gegen Chun's Theorie führte aber Grenacher (22) als Hauptargument an, daß im allgemeinen bei Cölenteraten Muskelkontraktionen in einem langsamen Tempo vor sich gehen, also auch die Explosion einer Cnide erst geraume Zeit nach der Übertragung des Reizes statthaben könnte. Das Tier, das den Reiz verursachte, wäre dann aber schon längst außer Schußweite. Grenacher glaubte nun bei der Untersuchung der Nesselorgane von *Hydra* in deren Umhüllungsmembran besondere Strukturen aufgefunden zu haben, die er in Beziehung mit dem Entladungsvorgang brachte.

Iwanzoff (30) betrachtete als Hauptfaktor bei der Entladung einen Bestandteil der Cnidocyten, der bis jetzt nach dieser Richtung hin noch nicht untersucht worden war, nämlich das Nesselsecret selbst. Der Kapselinhalt ist nicht flüssig, wie die ältern Autoren annahmen, sondern gallertig und muß daher, wenn er mit Wasser in Berührung kommt, aufquellen und die Cnide zur Explosion bringen. Vor dem Eindringen des Wassers wird diese beschützt durch die dicke äußere Kapselmembran und den Deckel. Bei normaler Entladung wird der letztere stets zuerst abgeworfen und zwar dadurch, daß die benachbarten Zellen auf die Kapsel drücken. Dann diffundiert das umgebende Wasser durch die Wandung des Achsenkörpers hindurch, kommt mit dem Secret in Berührung, bringt es zum Aufquellen, und durch dessen Volumvergrößerung wird dann der Faden nach außen ausgestoßen.

Während Schneider (54, 55) in seinen ältern Arbeiten muskulösen Elementen den Hauptanteil an der Entladung zusprach, schließt er sich in seinen neuesten Untersuchungen (59) Iwanzoff an, nur glaubt er, daß die Ablösung des Kapseldeckels durch in der Zelle selbst gelegene Kräfte veranlaßt wird.

Ich möchte gleich näher auf die Schneider'sche Theorie eingehen. Er unterscheidet bei der Entladung einer Cnide 6 verschiedene Stadien, von denen die „Reizphase" das erste ist. Diese äußert sich nach im folgendermaßen: „Das Cnidocil empfängt den Entladungsreiz und leitet ihn über auf die Sprenglinie, mit der es jedenfalls in directer Verbindung steht." Um zu erklären, was Schneider unter „Sprenglinie" versteht, muß ich noch einiges hinzufügen. Er findet an den Cnidocyten der Siphonophoren am Entladungspol einen eigenartigen Apparat, den er als konischen Aufsatz bezeichnet. Der Konus ist an der Sclera, der äußern Kapselwand,

befestigt und ist eigenartig strukturiert. Seine ganze Wandung ist der Sitz einer Längsfältelung, die in der Nähe des Cnidocils am stärksten ausgeprägt ist. Diese Streifung wird als der Ausdruck eines Spannungszustandes der Membran aufgefaßt, der mit dem Wachstum auch an Stärke zunimmt und bei gleichmäßig fortschreitendem Wachstum sicher den Deckel absprengen würde. Eine ganz besondere und momentane Steigerung erfährt dieses Wachstum aber, sowie durch das Cnidocil ein geeigneter Reiz zugeleitet wird. Als Sprenglinie wird nun in der gefältelten Membran diejenige Kreislinie bezeichnet, in der dann von ihr der entscheidende Druck auf den Kapseldeckel ausgeübt wird.

Nach Schneider soll aber, um auf das obige Zitat zurückzukommen, das Cnidocil, das den empfangenen Reiz direkt auf die gefältelte Membran überträgt, auch mit dieser in Verbindung stehen, außerdem soll es nach seinen weitern Angaben durch die Cnidocilröhre vom umgebenden Protoplasma isoliert sein, um eine möglichst rasche Leitung herzustellen. Demgegenüber habe ich konstatieren können, daß bei den von mir untersuchten Cnidariern das Cnidocil niemals mit der gefältelten Membran, die wohl mit den von mir oftmals erwähnten streifenförmigen Verdickungen identisch ist, irgendwie in Verbindung stand. Ohne meine frühern Schilderungen dieser Strukturen hier noch einmal zu wiederholen, will ich an dieser Stelle nur erwähnen, daß der Cnidocilapparat mit seinen einzelnen Stäbchen stets weiter hinunterreicht als die vermeintlichen Falten, ja in einzelnen Fällen fast bis zum untern Pol der Kapsel zu verfolgen ist (Fig. 14). Meiner Meinung nach scheint das Cnidocil überhaupt dazu bestimmt zu sein, gleichzeitig auf mehrere Stellen den empfangenen Reiz zu übertragen, worauf die Zusammensetzung aus einzelnen Stäbchen und deren Auseinanderweichen an der Cnidocilbasis hindeuten mag. Daß keine Cnidocilröhre, wie Schneider sie sich vorstellt, vorhanden ist, habe ich mehr als einmal gezeigt und auch durch meine Zeichnungen bewiesen. Der Bau des Cnidocils spricht also in keiner Weise dafür, daß es den Reiz auf die „gefältelte Membran“ übertragen soll. Ist letztere nun in der Tat so strukturiert, wie Schneider angibt? Auch darin kann ich Schneider nicht recht geben. Ich sagte oben, daß die gefältelte Membran Schneider's wohl meinen streifenförmigen Verdickungen entspricht. Bei der Beschreibung der Produkte des Cnidoblasten wies ich darauf hin, daß die Streifen am Entladungspol eine ganz spezifische Neigung zum Heidenhain'schen Hämatoxylin besitzen. Selbst bei weitestgehender

Extraktion des Farbstoffes halten die Streifen die Farbe fest, wenn das übrige Protoplasma des Cnidoblasten längst ganz blaß geworden ist. Die Färbung ist durchaus die gleiche, wie die der Stäbchen des Cnidocilapparats. Ebensowenig wie man diese als Falten bezeichnen könnte, kann man daher auch die Streifen als Fältelungen deuten: es sind spezifische Strukturelemente des Protoplasmas von homogener Beschaffenheit und hohem Tinktionsvermögen. Wenn auch schon die eben ausgeführten Argumente bereits genügen, um die Haltlosigkeit der Schneider'schen Theorie darzutun, so halte ich es doch für zweckmäßig, noch etwas näher auf sie einzugehen.

Nach Schneider folgt auf die Reizphase die Sprengphase: „Auf den Entladungsreiz hin verstärkt sich momentan die Fältelung in der Sprenglinie und der dadurch hinreichend gesteigerte Druck auf die Kapselmündung lockert den Deckel in seiner Lage, treibt ihn vielleicht sogar aus der Mündung auf der Cnidocilseite heraus."

Angenommen, allein die Sprenglinie gäbe den Anlaß zur Entladung, so müßte sie, oder vielmehr die gefältelte Membran, an allen Cnidocyten aufzufinden sein. Wir haben gesehen, daß *Velella* 2 verschieden große Cniden-Arten hat, und konnten nur bei der einen einen konischen Aufsatz mit der eigenartigen Strukturierung wahrnehmen. Die andere Cnidenform könnte also nach Schneider's Hypothese nicht entladen werden, und gerade diese Kapselform trifft man am häufigsten in explodiertem Zustande an. Allerdings scheint das Fehlen der streifenförmigen Verdickungen an einer Nematocyten-Art auch gegen die von mir geäußerte Ansicht, daß nämlich durch sie das frühzeitige Auswerfen der Cniden verhindert werden soll, zu sprechen. Doch möchte ich darauf hinweisen, daß gewöhnlich jede einzelne Cnidenform eine bestimmte Aufgabe hat und daß sie ihrer Funktion entsprechend bald bis aufs äußerte festgehalten wird, bald aber auch schon einem geringen Zuge nachgeben soll.

Als drittes Moment bei der Entladung der Kapseln beschreibt Schneider die „Saugphase" wie folgt: „Der im Vacuum aufgespeicherte negative Druck reißt nach der Lockerung des Deckelverschlusses mit Ungestüm das Wasser aus dem Reservoir in die Kapsel hinein, wo es zunächst durch die Begrenzungsflächen des Vacuums hindurch mit dem Sekret in Berührung kommt." Das Vacuum denkt sich Schneider zwischen dem Kapseldeckel und dem obern Ende der Stiletanlage vorhanden.

Ein negativer Druck mag nun vorhanden sein in den Cniden mit scharf vom Nesselfaden abgesetztem Achsenkörper, in den kleinern Kapseln ohne erweiterten untern Schlauchabschnitt kann er jedoch nicht auftreten. Der Faden derartiger Cniden ist mit starren Börstchen besetzt, die sein Lumen vollkommen ausfüllen, außerdem ist auch Secret darin enthalten, das dieselben Eigenschaften wie das Kapselsecret hat, also auch hygroskopisch und quellbar sein muß. Eindringendes Wasser würde also zunächst den Fadeninhalt verquellen, ein Moment, das der Explosion nur hindernd entgegentreten kann. Erst nach Verflüssigung des Fadensecrets könnte die quellende Wirkung des Kapselinhalts auf den Faden einwirken und diesen eventuell zur Explosion bringen. Jedenfalls würde bei Zugrundelegung der Schneider'schen Ansicht die Explosion erst sehr langsam der Reizwirkung folgen. Andrerseits kann bei den Cniden, bei denen der mit Secret erfüllte Faden unmittelbar am Entladungspol beginnt, ja selbstverständlich von einem Vacuum nicht die Rede sein. In dem 4. Stadium der Quellungsphase reißen die dicht gedrängten Secretkörnchen das Wasser an sich, verflüssigen sich und vergrößern dadurch ihr Volumen; in der Umstülpungsphase wird dann nach Schneider durch das Vordrängen des verquollenen Secrets in den Schlauch dieser allmählich umgestülpt und in der Angriffsphase bohren sich die Stilete in das Beutetier ein usw.

Aus dem Gesagten ergibt sich also, daß die Kräfte, die bei der Explosion einer Cnide den Kapseldeckel abheben, nicht die von Schneider herangezogenen sein können. Vor Schneider glaubt nun Iwanzoff (30) den Anstoß zur Entladung in einer Kontraktion der umgebenden Zellen gefunden zu haben. Doch auch diese Ansicht ist irrig, denn, wie schon Schneider ausführte, wäre in diesem Falle das jeder Nematocyte angehörige Cnidocil eine vollkommen zwecklose Einrichtung. Grenacher (22), der als erster dieselben Fältelungen, die Schneider an den Cnidocyten der Siphonophoren nachher auffand, an den Nesselorganen von *Hydra* nachgewiesen hatte, wurde ebenfalls durch die streifenförmigen Verdickungen und die Stäbchen des Cnidocils getäuscht. Mithin kann auch die von ihm aufgestellte Hypothese, wonach der Deckel erst nach Überwindung des in der gefältelten Schlotwand gegebenen Widerstandes abgesprengt werden kann, nicht die richtige Erklärung für den Entladungsvorgang enthalten. Die Auffassung von Claus und Chun und ihren Nachfolgern (Jikeli, v. Lendenfeld, Nussbaum, Murbach) teile ich, insoweit sie den Entladungsvorgang auf muskulöse Gebilde zurückführen. Doch

glaube ich nicht, daß der Cnidoblastenstiel einer vollständigen Kontraktion fähig ist, es müßte denn das Plasma der Bildungszelle überhaupt kontraktil sein. Denn stets wird der Ausläufer des Cnidoblasten von Plasma gebildet, das dem die Cnide umgebenden völlig gleicht. Die Deutungen, die die Autoren vor Claus für den Entladungsvorgang geben, können jetzt, wo wir in der Bildungszelle außer dem Cnidocil und dem Nucleus noch besondere kontraktile Elemente nachzuweisen imstande sind, wohl nicht mehr zur Erklärung der Explosion dienen.

Gestützt auf die histologischen Befunde denke ich mir den Entladungsvorgang einer Cnide folgendermaßen:

Ein beliebiger Reiz, der die mittlere Faser eines Cnidocils trifft, wird von ihr auf die benachbarten Stäbchen und durch diese auf eine größere Partie des Protoplasmas der Bildungszelle übertragen. Er veranlaßt die im Protoplasma liegenden Längsmuskelfasern zur Kontraktion, welche ihrerseits einen auf die Kapselwand und damit auf alle im Innern der Kapsel gelegenen Bildungen sich fortpflanzenden Druck hervorrufen muß. Die im Innern befindliche Secretmasse setzt demselben einen Gegendruck entgegen, der an der Verbindungsstelle zwischen Kapsel und Deckel aktuell wird und die Sprengung des letztern bewirkt.

Bei den mit Achsenkörper und Stileten ausgerüsteten Cniden mag die Deckelsprengung noch dadurch unterstützt werden, daß die dolchartig zusammengelegten Stiletspitzen, die bis an die Deckelmitte hinanreichen, den Kapselverschluß bei der Explosion einfach durchbohren. Hierfür spricht jedenfalls, daß man bei *Hydra* meistens den Deckel in ungleich große Fetzen nach der Explosion zerrissen findet. Nach Abheben des Kapselverschlusses beginnt, immer noch als Folge des Zusammenziehens der muskulösen Elemente, der Achsenkörper sich nach außen umzustülpen. Bis jetzt konnte auch noch kein Wasser mit dem Kapselsecret in Berührung kommen, wie der in Fig. 58 dargestellte optische Durchschnitt durch eine halbentladene Kapsel wohl erklären wird. Denn wollte es seitlich in der Richtung der Pfeile eindringen, so müßte es, um zum Kapselinhalt zu gelangen, 2-, eventuell auch 3mal durch die Achsenkörperwandungen hindurchströmen. Würde es senkrecht zu der eben angegebenen Richtung, also von vorn, einzuströmen versuchen, so würde es auch nicht auf diesem Wege, wenigstens nicht momentan, mit dem Secret in Berührung kommen können; denn erstens wird die ganze Wand des Halsteils von den Stileten bedeckt, zweitens

werden letztere, wie auch der Achsenkörper selbst, bei ihrem Vorstoßen resp. Umstülpen das Wasser vor sich herdrängen und ihm keine Zeit zum Hindurchdiffundieren gewähren. Meiner Meinung nach kann das Wasser mit dem Bläscheninhalt erst dann in Berührung kommen, wenn der Achsenkörper und das konische Zwischenstück schon vollständig umgestülpt sind. Dann diffundiert es durch die dünnen Wandungen des Halsteils, quellt das in dessen Lumen hineingetriebene hygroskopische Secret auf und unterstützt dadurch die weitere Umstülpung des Nesselschlauches. Daß in der Tat der Achsenkörper für Wasser durchlässig ist, wird durch die Fig. 61 bewiesen. Das im Lumen des Fadenanfangsteils zurückgebliebene Secret hat sich nach der Explosion blau gefärbt. Das Halsstück unterscheidet sich vom eigentlichen Faden dadurch, daß es für das Secret nicht durchlässig ist; am eigentlichen Faden findet man, wie ich schon ausführte, stets aus seinen Poren ausgetretene Secrettröpfchen, niemals aber am Halsstück (vgl. Fig. 61 u. 63).

Ohne irgendwie auf Widersprüche zu stoßen, kann man also allein schon durch den Druck der die Kapsel umspinnenden Muskulatur auf das Bläschen die Entladung einer Cnide erklären. In allen Fällen aber, wo ein Stielmuskel vorhanden ist — ich konnte ihn bei allen untersuchten Cnidariern nachweisen —, werden nicht allein seine in der Umgebung der Kapsel gelegenen Teilstücke, sondern auch er selbst zur Kontraktion angeregt. Wohl niemand wird bestreiten, daß die in Fig. 13 abgebildeten Stränge sich zusammengezogen haben. Mit dem medianen Strange kontrahiert sich natürlich auch das ihn umhüllende Plasma. Dadurch wird die ganze Nematocyte gegen die seitlichen und vor allem gegen die darunterliegenden Gewebselemente gepreßt, wodurch der Druck auf die Wandung des Bläschens verstärkt und damit die Entladung beschleunigt wird. Der Stielmuskel wird sich wohl nicht immer so stark kontrahieren, wie es die Fig. 13 wiedergibt; es werden allein schon wellige Krümmungen genügen (Fig. 19, 22, 68, 75), um die Entladung der Cnide durch Andrücken an die benachbarten Zellen hervorzurufen. Im erstern Falle erinnert der axiale Strang — nicht der Stiel des Cnidoblasten — an zusammengezogene Vorticellenstiele, nur sind die Spiralwindungen außerordentlich klein.

Hat die Nesselkapselmuskulatur durch die Kontraktion ihrer einzelnen Teile die Cnide zur Explosion gebracht, so ist damit ihre

Aufgabe, speziell die des Stielmuskels, noch nicht erschöpft. Letzterer hat dann noch die Bestimmung, durch seine Festigkeit wie auch durch seine Verknüpfung mit der Stützlamelle das Herausziehen der betreffenden Cnidocyte aus ihrem Zellverbande zu verhindern. Denn ein Nesselorgan, das nach seiner Entladung dem leisesten Zuge seitens des von ihm festgehefteten Beutetieres nachgibt, ist für den betreffenden Cnidarier vollkommen wertlos, es sei denn, das ausgespritzte Kapselsecret wäre ein plötzlich wirkendes Gift. Alles Nähere hierüber wird man im 2., als Fortsetzung dieser Arbeit erscheinenden biologischen Abschnitt angegeben finden. Wäre nun die betreffende Nematocyte ungestielt, so würde nicht allein die Kapsel, sondern auch ihre Bildungszelle nur zu leicht aus dem Zellverbande herausgerissen werden. Eine Vervollkommnung wäre schon die Anheftung des Cnidoblasten mittels eines langen Stiels an die Stützlamelle. Doch müßte auch dann noch das weiche Plasma des Fortsatzes außerordentlich leicht zerreißen, also auch das abgeschossene Nesselorgan seinen Zweck verfehlen. Ist aber der Stiel durch einen soliden axialen Strang gefestigt, so wird die Nematocyte gewiß einem kräftigen Zuge standhalten können, wie es auch in der Tat der Fall ist.

So hält also der Stielmuskel einerseits durch seine Insertion an der Stützlamelle, andrerseits durch das Umfassen der Kapseln mit seinen feinern Ästen auf rein mechanische Weise die Bildungszelle in ihrem Zellverbande fest; die Kapsel selbst wird durch die streifenförmigen Verdickungen am Herausschlüpfen aus ihrem Cnidoblasten gehindert.

Wenn ich meine Ansicht über den Explosionsvorgang in knapper Weise formulieren darf, so nehme ich an, daß die Explosion durch die Muskelkontraktionen eingeleitet und bis zu einem gewissen Grade auch durchgeführt wird, daß sie aber nach Eindringen des Wassers in das Innere der Kapsel und des Schlauches durch Aufquellung des Secrets im Sinne Iwanzoff's und Schneider's vollendet wird.[1] Ich will es dahingestellt sein lassen, ob bei einzelnen Cölen-

1) Auf die Ansichten Will's über die bei der Explosion in Frage kommenden Kräfte, wie sie in der bereits zitierten Abhandlung, sowie in einer weitern Arbeit (Die Klebkapseln der Aktinien und der Mechanismus ihrer Entladung, Rostock 1909) zum Ausdruck kommen, ist es mir leider nicht mehr vergönnt, hier einzugehen. Erwähnt sei hier nur, daß Will

teraten, vielleicht bei gewissen Siphonophoren oder Actinien, noch andere für die Explosion der Cniden notwendige Einrichtungen gefunden werden können, oder ob die Kontraktion des Cnidoblastenplasmas unter Umständen allein fähig ist, die Cnide zu entladen. Die Entscheidung hierüber bleibt weitern Untersuchungen vorbehalten, die ich für die nächste Zeit plane.

hinsichtlich der Funktion der Muskulatur dieselbe Anschauung vertritt wie ich selbst, daß er sich aber (speziell in seiner zweiten Arbeit) gegenüber der Annahme eines gallertigen Secrets von quellungsfähigem Charakter ablehnend verhält, dagegen noch einer Reihe anderer Faktoren eine mitwirkende Rolle zuschreibt.

Literaturverzeichnis.

Allgemeine Lehrbücher und Sammelwerke sind in dem Verzeichnis nicht aufgeführt.

1. Allman, Geo., On the structure and development of Myriothela, 1875.
2. Asper, G., Beiträge zur Kenntnis der Tiefseefauna der Schweizerseen, in: Zool. Anz., Jg. 2, 1880.
3. Bedot, M., Recherches sur les cellules urticantes, in: Recueil zool. Suisse, Vol. 4, 1888.
4. Brauer, A., Ueber die Entwicklung von Hydra, in: Z. wiss. Zool., Vol. 52, 1891.
5. —, Ueber die Entstehung der Geschlechtsprodukte und die Entwicklung von Tubularia mesembryanthemum All., ibid., Vol. 52, 1891.
6. Bütschli, O., Beiträge zur Kenntnis der Fischpsorospermien, ibid., Vol. 35, 1889.
7. Chun, C., Die Greifzellen der Rippenquallen, in: Zool. Anz., Jg. 1, 1878.
8. —, Die Natur und Wirkungsweise der Nesselzellen bei Coelenteraten, ibid., Jg. 4, 1881.
9. —, Die Canarischen Siphonophoren, 1. Stephanophyes superba, in: Abh. Senckenberg. naturf. Ges. Frankfurt, 1891; 2. Monophyiden, ibid., 1893.
10. Ciamician, J., Ueber den feineren Bau von Tubularia Mesembryanthemum, in: Z. wiss. Zool., Vol. 32, 1879.
11. —, Zur Frage über die Entstehung der Geschlechtsstoffe bei den Hydroiden, ibid., Vol. 30, 1830.
12. Citron, E., Beiträge zur Kenntnis des feineren Baues von Syncoryne Sarsii Lov., Dissert. Rostock, 1902.

13. Claus, C., Physophora hydrostatica, in: Z. wiss. Zool., Vol. 10, 1860.
14. —, Halistemma tergestinum, in: Arb. zool. Inst. Wien, Vol. 1, 1878.
15. —, Untersuchungen über Charybdea marsupialis, ibid.
16. Downing, E. R., The spermatogenesis of Hydra, in: Zool. Jahrb., Vol. 21, Anat., 1905.
17. Ehrenberg, Ueber das Massenverhältnis der jetzt lebenden Kieselinfusorien etc., in: Physik. Abhandl. Akad. Wiss. Berlin, 1836 (ersch. 1838).
18. Eimer, Th., Nesselzellen und Samen bei Seeschwämmen, in: Arch. mikrosk. Anat., Vol. 8, 1892.
19. Erdl, P., Ueber Organisation der Fangarme der Polypen, in: Arch. Anat. Physiol., 1841.
20. Gegenbaur, C., Beiträge zur näheren Kenntnis der Siphonophoren, in: Z. wiss. Zool., Vol. 5, 1854.
21. Greeff, R., Protohydra Leuckartii, ibid., Vol. 20, 1870.
22. Grenacher, H., Ueber die Nesselkapseln von Hydra, in: Zool. Anz., Jg. 18, 1895.
23. Haacke, W., Zur Speciesunterscheidung in der Gattung Hydra, in: Zool. Anz., Jg. 2, 1879.
24. —, Zur Blastologie der Gattung Hydra, in: Jena. Ztschr. Naturw., Vol. 14, 1880.
25. Haeckel, C., Siphonophoren, in: Rep. Sc. Res. Challenger, Zool., Vol. 28, 1888.
26. Hamann, O., Der Organismus der Hydroid-Polypen I u. II, in: Jena. Ztschr. Naturw., Vol. 15, 1882.
27. —, Zur Entstehung und Entwicklung der grünen Zellen bei Hydra, in: Z. wiss. Zool., Vol. 37, 1882.
28. Hertwig, R., Ueber Knospung und Geschlechtsentwickelung von Hydra fusca, in: Festschr. Rosenthal, Leipzig 1906.
29. Hertwig, O. u. R., Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen, 1878.
30. Iwanzoff, N., Ueber den Bau, die Wirkungsweise und die Entwickelung der Nesselkapseln der Coelenteraten, in: Bull. Soc. Natural. Moscou, 1896.
31. Jäger, G., Ueber das spontane Zerfallen der Süsswasserpolypen nebst einigen Bemerkungen über Generationswechsel, in: SB. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Vol. 39, 1860.
32. Jikeli, C., Ueber den histologischen Bau von Eudendrium racemosum und Hydra, in: Morphol. Jahrb., Vol. 8, 1882.
33. —, II. Bau der Hydroidpolypen, ibid.
34. Kerschner, L., Zur Entwickelungsgeschichte von Hydra. Vorl. Mittheilung, in: Zool. Anz., Jg. 3, 1880.
35. Klaatsch, H., Ueber Stielbildung bei Tubularia mesembryanthemum Allm., in: Arch. mikrosk. Anat., Vol. 27, 1886.

36. Kleinenberg, U., Hydra, eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung, 1872.

37. Korotneff, A., Zur Histologie der Siphonophoren, in: Mitth. zool. Stat. Neapel, Vol. 9, 1886.

38. v. Lendenfeld, R., Ueber Coelenteraten der Südsee, in: Z. wiss. Zool., Vol. 37, 1882.

39. —, Ueber Wehrpolypen und Nesselzellen, ibid., Vol. 37, 1882.

40. —, Die Nesselzellen, in: Biol. Ctrbl., Vol. 7, 1887—1888.

41. Leuckart, R., Zoologische Untersuchungen. I. Die Siphonophoren, 1853.

42. Leydig, F., Bemerkungen über den Bau der Hydra, in: Arch. Anat. Physiol., Jg. 1854.

43. Marshall, W., Ueber einige Lebenserscheinungen der Süßwasserpolypen und über eine neue Form von Hydra viridis, in: Z. wiss. Zool., Vol. 37, 1882.

44. Mereschkowsky, in: Ann. Mag. nat. Hist. (5), Vol. 2, 1878.

45. Möbius, C., Ueber den Bau, Mechanismus und die Entwickelung der Nesselkapseln, in: Abh. naturw. Ver. Hamburg 1866.

46. Müller, Fr., Zwei neue Quallen von St. Catharine (Brasilien), in: Abh. naturf. Ges. Halle, 1859.

47. —, Ueber die systematische Stellung der Charybdeiden, in: Arch. Naturg., Jg. 1861.

48. Murbach, L., Beiträge zur Anatomie und Entwickelung der Nesselorgane der Hydroiden, ibid., Jg. 60, Bd. 1, 1884.

49. Nussbaum, M., Ueber Theilbarkeit der lebenden Materie II. in: Arch. mikrosk. Anat., Vol. 29, 1887.

50. Rösel von Rosenhof, A. J., Insektenbelustigung. Teil 3. Nürnberg 1755.

51. Pagenstecher, A., Zur näheren Kenntnis der Velelliden-Form Rataria, in: Z. wiss. Zool., Vol. 12, 1862.

52. Schäffer, J. Chr., Die Armpolypen in den süssen Gewässern um Regensburg, Regensburg 1754.

53. —, Die grünen Armpolypen, die geschwänzten zackigen Wasserflöhe etc., Regensburg 1755.

54. Schneider, C. K., Histologie von Hydra fusca mit besonderer Rücksicht auf das Nervensystem der Hydroidpolypen, in: Arch. mikrosk. Anat., Vol. 35, 1890.

55. —, Einige histologische Befunde an Coelenteraten, in: Jena. Ztschr. Naturw., Vol. 27, 1892.

56. —, Mitteilungen über Siphonophoren. I. Nesselzellen, in: Zool. Anz., Jg. 17, 1894.

57. —, Mitteilungen über Siphonophoren. II. Grundriss der Organisation der Siphonophoren, in: Zool. Jahrb., Vol. 9, Anat., 1896.

58. Schneider, C. K., Mitteilungen über Siphonophoren. III. Systematische und andere Bemerkungen, ibid., Vol. 21, 1888.

59. —, Mitteilungen über Siphonophoren. IV. Nesselknöpfe, in: Arb. zool. Inst. Wien, Vol. 11, 1899.

60. —, Mitteilungen über Siphonophoren. V. Nesselzellen, ibid., Vol. 12, 1900.

61. Schulze, F. E., Ueber den Bau und die Entwicklung von Cordylophora lacustris, 1871.

62. —, Ueber den Bau und die Entwicklung von Syncoryne Sarsii, 1873.

63. v. Siebold, Th., Vergleichende Anatomie der wirbellosen Thiere, 1858.

64. Toppe, O., Über die Wirkungsweise der Nesselkapseln von Hydra, in: Zool. Anz., Jg. 33, 1909.

65. Trembley, A., Mémoire pour servir à l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce, 1744.

66. Wagner, R., Ueber muthmassliche Nesselorgane der Medusen und das Vorkommen eigenthümlicher Gebilde bei wirbellosen Thieren, welche eine neue Klasse von Bewegungsorganen zu constituiren scheinen, in: Arch. Naturg., Jg. 1841, Bd. 1.

67. Weismann, A., Zur Frage nach dem Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden, in: Zool. Anz., Jg. 3, 1880.

68. —, Ueber den Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden, ibid.

Erklärung der Abbildungen.

absta absteigender Ast des Fadenknäuels
aw äußere Kapselwand
ax Achsenkörper
bstn kleine Borsten am konischen Zwischenstück
cn Cnidocil
Cnbl Cnidoblast
cnst Stäbchen, die das Cnidocil zusammensetzen
cnstl Stiel des Cnidoblasten
cv konisches Zwischenstück
Cut Cuticula
d Deckel der Kapsel
Ec Ectoderm
En Entoderm
ep Explosionsöffnung
fkn Fadenknäuel, vom axialen Strang gebildet
fln Falten in der Wandung des Achsenkörpers
fn Nesselfaden
iw innere Kapselwand
K große Kapselform (Macrocnidie)
k kleine Kapselform (Microcnidie)
lm Längsmuskelstränge
m Längsmuskelstränge des Tentakels
mc Cnidoblasten
mf mittlere Faser des Cnidocils
mn Netzwerk
mstr medianer oder axialer Strang
mu Umhüllungsmembran der Kapsel
n Kern
r Ring der streifenförmigen Verdickungen
rm Ringmuskellage
sple Spirale des axialen Stranges

spv spindelförmige Auftreibung des Cnidoblastenstiels
st große Borsten (Stilete) am Achsenkörper
Stl Stützlamelle
str streifenförmige Verdickung am Entladungspol

Alle Zeichnungen sind, sofern es nicht besonders erwähnt ist, mit Apochr. 2,0 mm, Apert. 1,30 und dem Kompensationsokular 12 unter Zuhilfenahme des Zeichenapparats ausgeführt worden.

Tafel 1.

Fig. 1—18. *Velella spirans.*

Fig. 1. Zeigt eine in ihrer Längsrichtung durchschnittene große eiförmige Cnide und neben dieser eine kleine zylindrische Kapsel mit dem in ihrem Innern zusammengelegten Faden. Beide Nesselorgane sind gestielt. Der Kern der großen Nematocyte hat deutlichen Nucleolus. Im Innern der eiförmigen Kapsel erblickt man den Stiletapparat (*st*) und diesen umschließend die Wandung des Achsenkörpers. Am Boden des Bläschens befindet sich das mitgefärbte Secret. Heid. Häm.

Fig. 2. Ein explodiertes großes Nesselorgan. In der Wandung des Achsenkörpers (*ax*) sind einzelne Falten (*fln*) sichtbar.

Fig. 3. Eine querdurchschnittene große Kapsel. Inmitten des Bläschens erblickt man die rundlichen Querschnitte der an ihrer Basis getroffenen Stilete. Man erkennt ein deutliches Lumen in der Mitte jeder einzelnen Borste. Alle 3 Stilete werden von dem Achsenkörper (*ax*) umhüllt. Heid. Häm.

Fig. 4. Querschnitt durch eine Kapsel mit umgebenden Cnidoblasten. Oberhalb des Fadenknäuels (*fkn*) liegt der blasse Kern (*n*). Auf der gegenüberliegenden Seite sieht man 7 blaue Punkte, die Querschnitte des absteigenden Astes und seiner Verästelungen. Heid. Häm.

Fig. 5. Längsschnitt durch eine Bildungszelle. Das Fadenknäuel ist ziemlich locker. Man erkennt, daß es aus unregelmäßigen Spiralwindungen des axialen Stranges (*mstr*) gebildet wird. Ferner löst sich aus seinem obern Abschnitte der absteigende Ast (*abst*) los, der sich an seinem untern Ende gabelt. Am obern Rande des Cnidoblasten sieht man 3 mitgetroffene Stäbchen des Cnidocils. Heid. Häm.

Fig. 6. Das Fadenknäuel bildet in dieser Figur einen undurchsichtigen Ballen. Auch von den Spiralwindungen des Stielmuskels (*mstr*) ist nichts zu erkennen. Man sieht jedoch den absteigenden Ast, der sich erst kurz vor dem Berühren der Cuticula in feinere Äste auflöst. Diesem gegenüber sind 2 Stäbchen des langen Cnidocils sichtbar. Heid. Häm.

Fig. 7. In dieser Figur verläuft der absteigende Ast ungeteilt. Von dem Fadenknäuel ist nur die äußerste Spitze mit angeschnitten worden. Deutlich sind die Windungen des axialen Stranges. Heid. Häm.

Fig. 8. Zeigt auch die Loslösung des absteigenden Astes aus dem Knäuelwerk und seine Teilung in 2 Fibrillen. Heid. Häm.

Fig. 9. Hier scheint das Cnidocil direkt aus dem Fadenknäuel zu entspringen. Seine mittlere Faser (*mf*) überragt etwas die Cuticula. Heid. Häm.

Fig. 10. Zeigt in schematischer Weise alle im Cnidoblasten von *Velella* vorkommenden Elemente.

Fig. 11. In ihr sind die Endabschnitte 4 verschiedener Cnidoblastenstiele wiedergegeben. In Fig. 11a ist keine spindelförmige Anschwellung vorhanden, der axiale Strang verläuft ungeteilt, zerfällt aber kurz vor der Stützlamelle in mehrere Fasern. In Fig. 11b ist der Stiel schon an einer Stelle etwas verdickt. Oberhalb dieser Verbreiterung sieht man 2 nebeneinander verlaufende Fibrillen des axialen Stranges. In Fig. 11c u. d ist die Auftreibung des Cnidoblastenstiels noch beträchtlicher. Sie wird durchsetzt von den Elementen des axialen Stranges, die sich vor der Stützlamelle noch einmal wieder vereinigen und dann wieder in feinste Fäserchen zerfallen, die eine feste Verknüpfung mit der Stützmembran bewirken. Heid. Häm.

Fig. 12. Ein Längsschnitt durch einen Cnidoblasten. Der absteigende Ast hat sich auch in 2 Fasern gesondert, die sich jedoch bald wieder vereinigen. Die Umhüllungsmembran der Kapsel ist als ganz feines Häutchen erkennbar.

Fig. 13. Diese Zeichnung gibt 2 zusammengezogene Stränge wieder. An dem einen linken Stiel befindet sich noch der obere Abschnitt der Bildungszelle, der im Präparat durch das Zusammenschnurren des axialen Stranges von der Cuticula fortgezogen worden war. Heid. Häm.

Fig. 14. Die das Cnidocil zusammensetzenden Elemente reichen außerordentlich weit herab. Heid. Häm.

Fig. 15. In Fig. 15a blickt man auf den Fuß des Cnidocils von oben herab und sieht, daß es sich aus 7 Stäbchen zusammensetzt. In Fig. 15b sind die zu äußerst gelegenen Fäserchen seitlich vorgerückt. Bei noch höherer Einstellung (Fig. 15c) haben sich die Stäbchen ringförmig geschlossen und einen von sich in die Mitte genommen (*mf*). Dieses übertrifft die andern stets an Länge. Heid. Häm.

Fig. 16. Zeigt einen Blick auf die streifenförmige Verdickung, die nur der Cnidoblastenrand der großen birnförmigen Cniden aufweisen kann. Heid. Häm.

Fig. 17. Gibt dasselbe wieder, nur bei seitlicher Ansicht. Am obern Rande befinden sich die Cnidocilelemente. Heid. Häm.

Fig. 18. Ein Schnitt durch einen noch nicht entwickelten Cnidoblasten. Der Stiel hat noch nicht seine definitive Länge erreicht, mithin ist die noch unreife Kapsel noch nicht an die Cuticula gerückt. Der axiale Strang und die spindelförmige Verbreiterung sind auch noch nicht vollkommen ausgebildet, wie auch die Vereinigung mit der Stützmembran noch nicht stattgefunden hat. Heid. Häm.

Tafel 2.

Fig. 19—31. *Tubularia mesembryanthemum.*

Fig. 19. Eine Macrocnide mit Bildungszelle. Im Stiele der letztern der axiale Strang, der in eine aus 5 Bändern bestehende, die Kapsel umschließende Ringmuskellage übergeht. Die einzelnen Bänder sind untereinander durch dünne Querstränge verbunden. An der rechten Seite des Cnidoblasten gewahrt man das Cnidocil, an der gegenüberliegenden den chromatinreichen Nucleus. Heid. Häm.

Fig. 20. Gibt auch die Ringmuskulatur wieder, die in diesem Falle aus 8 Fasern besteht, von denen sich die unterste losgelöst hat. Heid. Häm.

Fig. 21. Querschnitte durch Macro- und Microcniden mit ihren Bildungszellen, die in Höhe der Ringmuskellage geführt sind. Heid. Häm.

Fig. 22. Eine Microcnide von *Tubularia* mit ihren Elementen. Sie zeigt denselben Aufbau wie die großen Nematocyten. Heid. Häm.

Fig. 23. Entladungsöffnungen großer und kleiner Nematocyten von oben betrachtet. Der Rand des Cnidoblasten schließt mit streifenförmigen Verdickungen (*str*) ab. An einer Stelle erblickt man das kleine Cnidocil.

Fig. 24—29. Längsschnitte resp. Totalansichten von reifenden Nesselorganen. An allen erkennt man die an jugendlichen Cnidoblasten entstandenen Längsmuskelstränge. Diese verlaufen bald ungeteilt über die Kapsel wie in Fig. 24—26 oder sondern sich in mehrere Äste wie in Fig. 27—29. Heid. Häm.

Fig. 30. Querschnitt durch eine derartige unreife Nematocyte mit den Längsmuskelfasern (*lm*). Heid. Häm.

Fig. 31. Ein etwas weiter entwickeltes Stadium. Die Kapsel dreht sich so, daß die Längsmuskelstränge zu einer Ringmuskellage werden. Einzelne Teile des noch nicht vollkommen ausgebildeten axialen Stranges (*mstr*) sind mitgetroffen. Heid. Häm.

Fig. 32—38. *Pennaria cavolinii.*

Fig. 32. Eine Microcnide von *Pennaria*. Der axiale Strang zerteilt sich unterhalb der Kapsel in mehrere Äste, von denen 4 sichtbar sind. Diese ziehen im Plasma des Cnidoblasten nach oben und sind untereinander durch ein Netzwerk wahrscheinlich plasmatischer Fasern vereinigt. Heid. Häm.

Fig. 33a u. b. Querschnitte durch die vorhin erwähnte Nematocytenform. Die querdurchschnittenen Längsmuskelstränge treten als blaue Linien resp. Punkte deutlich hervor. An der einen Seite der Kapsel ist der Kern sichtbar. Heid. Häm.

Fig. 34. Zeigt die seitliche Ansicht eines Stückes einer großen Nematocyte. Die Kapsel selbst würde unterhalb dieses Netzwerks liegen und von ihm rings umschlossen werden. Scharf abgegrenzte Längsmuskelstränge sind nicht wahrnehmbar. Heid. Häm.

Fig. 35. In dieser Figur sind Strukturverhältnisse abgebildet, wie sie uns der Entladungspol einer Macrocnide bei Ansicht von oben erkennen läßt. Das Netzwerk sondert sich in zarte Fäserchen, die nach der Explosionsöffnung hinstreben und sich hier zu einem Ringe vereinigen. An einer Stelle des letztern liegt das Cnidocil mit der mittlern Faser (*mf*). Heid. Häm.

Fig. 36. Läßt dasselbe wie die vorhergehende Figur erkennen, nur ist in ihr das das Cnidocil tragende Stück des Cnidoblastenrandes nicht sichtbar, weil es nicht mit abgeschnitten wurde. Die Umhüllungsmembran der Kapsel (*mu*) ist deutlich zu sehen. Heid. Häm.

Fig. 37. Der obere Cnidoblastenabschnitt ist senkrecht zu seiner Längsachse durchschnitten worden. Von a—b haben wir das Netzwerk vor uns, das von b—c in die in den Figg. 35 u. 36 dargestellte radiäre Streifung übergeht. Neben der Explosionsöffnung erhebt sich das breite aus einer großen Anzahl von Fasern aufgebaute Cnidocil. Heid. Häm.

Fig. 38. Ebenfalls ein Stück von der obern Partie der Bildungszelle. Bei *b* ist die Stelle, an der schon die radiären als blaue Punkte erscheinenden Streifen beginnen. Bei *a* ist das Dach des Cnidoblasten noch nicht vom Schnitte berührt worden.

Fig. 39—72. *Hydra* L.

Fig. 39a. *Hydra fusca* mit vollkommen ausgedehnten Tentakeln. Etwas vergr.

Fig. 39b. *Hydra fusca* an der Wandung eines Gefäßes sitzend mit der Wasseroberfläche zugewandten Armen. Etwas vergr.

Fig. 40. *Hydra grisea* mit ausgestreckten Fangarmen. Etwas vergr.

Fig. 41a. *Hydra attenuata* in vollkommen ausgestrecktem Zustande nach längerm Hungern. Etwas vergr.

Fig. 41b. *Hydra attenuata* mit vollkommen ausgedehnten Armen in ihrer normalen Farbe. Etwas vergr.

Fig. 42. Eine gereizte *Hydra fusca*. Etwas vergr.

Fig. 43a. Eine kontrahierte *Hydra grisea*. Etwas vergr.

Fig. 43b. Eine zusammengezogene *Hydra grisea* mit zurückgeschlagenen Tentakeln. Etwas vergr.

Fig. 44a u. b. *Hydra attenuata* in verschiedenen Kontraktionsformen. Etwas vergr.

Fig. 45a. Große birnförmige Kapsel von *Hydra fusca*. Der Nesselfaden bildet auf dem Boden der Kapsel einen unförmlichen Ballen. Stilete sind sehr zart.

Fig. 45b. Große birnförmige Kapsel von *Hydra grisea*. Die Windungen des Fadens sind deutlich erkennbar. Stilete ziemlich breit.

Fig. 45c. Große birnförmige Kapsel von *Hydra attenuata*. Kapsel ist kuglig. Stilete außerordentlich breit.

Fig. 46a. Explodierte große birnförmige Kapsel von *Hydra fusca*. Das Bläschen am untern Pol zugespitzt. Achsenkörper und konisches Zwischenstück sind länglich.

Fig. 46b. Entladene große birnförmige Kapsel von *Hydra grisea*. Bläschen am untern Pol zugespitzt. Das konische Zwischenstück der Breite des Achsenkörpers entsprechend ziemlich umfangreich.

Fig. 46c. Ausgestülpte große birnförmige Kapsel von *Hydra attenuata*. Das Bläschen ist unten abgerundet. Achsenkörper und konisches Zwischenstück besonders breit.

Fig. 47a. Große zylindrische Kapsel von *Hydra fusca*. Das Bläschen ist an einer Seite eingebuchtet. Der Schlauch ist in longitudinale Schlingen gelegt.

Fig. 47b. Große zylindrische Kapsel von *Hydra grisea*. Das Bläschen ist nicht eingebuchtet. Die 4 ersten Windungen des Fadens liegen quer zur Längsrichtung der Kapsel.

Fig. 47c. Große zylindrische Kapsel von *Hydra attenuata*. Das Bläschen ist an der einen Seite eingebuchtet und am untern Pol bauchig aufgetrieben. Die 4 ersten Schlauchwindungen liegen quer zur Hauptachse der Kapsel.

Fig. 48a. Großes zylindrisches Nesselorgan von *Hydra fusca* mit herausgeschnelltem Faden, der in regelmäßige Schlingen gelegt ist. Von der Kapsel aus erstreckt sich eine Spiralreihe feinster Borsten ungefähr bis zur Mitte des Fadens.

Tafel 3.

Fig. 48b. Große zylindrische Kapsel von *Hydra grisea* nach der Entladung. Der gestreckte Faden ist mit längern Borsten besetzt, die auch bald aufhören und das Ende des Schlauches frei lassen.

Fig. 48a. Große zylindrische Cnide von *Hydra attenuata* nach der Explosion. Die Borsten, die auf der ganzen Fadenoberfläche sich vorfinden, sind sehr lang und die Spiralwindungen sehr eng.

Fig. 49a. Kleine zylindrische Kapsel von *Hydra fusca* im Ruhestadium.

Fig. 49b. Kleine ruhende zylindrische Kapsel von *Hydra grisea*.

Fig. 49c. Kleine ruhende Cnide von *Hydra attenuata*.

Fig. 50a. Kleines ruhendes Nesselorgan von *Hydra fusca*.

Fig. 50b. Kleine ruhende birnförmige Cnide von *Hydra grisea*.

Fig. 50c. Kleine ruhende birnförmige Kapsel von *Hydra attenuata*.

Fig. 51. Ein Hydrenindividuum aus der Gegend von Bützow. Etwas vergr. Seine Arme sind außerordentlich dünn, doch etwas länger als das Mauerblatt.

Fig. 52a. Großes zylindrisches Nesselorgan der eben erwähnten Hydrenform.

Fig. 52b. Kleine zylindrische Kapsel derselben.

Fig. 53. Kleine birnförmige Cnide derselben.

Fig. 54. *Hydra viridis* in etwas über Lebensgröße.

Fig. 55a. Große birnförmige Cnide von *Hydra viridis*.

Fig. 55b. Große birnförmige Kapsel von *Hydra viridis* im entladenen Zustande.

Fig. 55c. Große zylindrische Kapsel von *Hydra viridis*.

Fig. 55d. Kleine zylindrische Cnide von *Hydra viridis*.

Fig. 55e. Kleine birnförmige Kapsel von *Hydra viridis*.

Fig. 56a. Die Entladungsöffnung einer Macrocnide von *Hydra attenuata* von oben betrachtet. Man erkennt die streifenförmigen Verdickungen am Rande des Cnidoblasten und in der einen Ecke die Stäbchen des Cnidocils. In der Mitte der dreieckigen Explosionsöffnung erblickt man die feinen Konturen der zusammengelegten Achsenkörperwandungen mit der Spitze der Stilete, die bei dieser Ansicht als Punkt erscheint.

Fig. 56b. Eine selten vorkommende Gestalt der Explosionsöffnung.

Fig. 57. Entladene Macrocnide von *H. grisea*. Deutlich sind die ungleich großen Rudimente des Deckels (*d*) und die Falten in der Wandung des Achsenkörpers.

Fig. 58. Optischer Durchschnitt durch eine halbentladene Macrocnide von *Hydra*.

Fig. 59. Explodierte kleine birnförmige Cnide von *Hydra grisea* mit den Borsten an der Innenseite der Schlauchwindungen.

Fig. 60. Stück eines zerrissenen Schlauches derselben Kapselart mit den Härchen an der einen Seite.

Fig. 61. Eine Macrocnide von *Hydra fusca*. Der zur Kapsel gehörige Faden ist vollkommen herausgeschleudert, aber kurz hinter dem konischen Zwischenstück abgerissen. Gleichzeitig wurde die Öffnung des Fadens verschlossen. Das nachströmende, mit Methylenblau gefärbte Secret konnte nicht nach außen gelangen, weil die Wandung des Achsenkörpers undurchlässig ist. Methylenblau.

Fig. 62. Eine mit Methylenblau gefärbte große zylindrische Cnide von *Hydra fusca* kurz nach der Explosion. Das blau tingierte Secret erfüllt noch den untern Abschnitt des Fadens, ist in dessen obern Abschnitt schon in längliche Ballen gesondert und aus der Öffnung an der Spitze des Fadens ausgetreten, gleichfalls auch aus den überall vorkommenden Schlauchporen. Auffallend sind die regelmäßigen korkzieherförmigen Windungen des Schlauches nach seiner Explosion. Ok. 6.

Fig. 63. Entladene große zylindrische Cnide von *Hydra attenuata* mit Methylenblau gefärbt. In Fig. 63a ist in der schwach gefärbten Kapsel kein Secret mehr zurückgeblieben. Der Inhalt des Bläschens wandert in unregelmäßigen Zwischenräumen im Faden empor; dabei sind Teile des Secrets als blaue Kugeln aus den Poren in der Wandung des Schlauches ausgetreten, die auch schon in dem mit langen Borsten besetzten

Fadenabschnitt vorhanden sind. Ok. 6. In Fig. 63b ist aus der Öffnung an der Spitze des Schlauches das Secret ebenfalls ausgeströmt. Ok. 4. Methylenblau.

Fig. 64. Eine große zylindrische Cnide von *Hydra viridis*. Zeigt dasselbe wie die vorhergehenden Figuren, besonders schön aber den großen Secretballen vor der Schlauchöffnung. Methylenblau.

Fig. 65. Kleine zylindrische Nesselorgane von *Hydra grisea*, die nach ihrer Explosion mit Methylenblau gefärbt wurden. Fig. 65a zeigt eine Kapsel während der Entladung. Das Secret ergießt sich aus den Poren und dem Lumen des Fadens. In Fig. 65b ist die Explosion beendet; der Kapselinhalt wandert im Faden aufwärts. Ein Secretrest findet sich noch auf dem Boden der Kapsel. In Fig. 65a ist aus dem Bläschen alles Secret bis auf einen Pfropf an der Übergangsstelle des innern Häutchens in den Faden herausgepreßt worden.

Fig. 66. Große birnförmige Nematocyten von *Hydra attenuata* nach ihrer Loslösung aus ihrem Zellenverband. Auf der rechten Seite des Cnidoblasten liegt der Nucleus, neben ihm der oftmals gewundene axiale Strang (*mstr*). Seitlich vom Cnidocil erblickt man die streifenförmigen Verdickungen.

Fig. 67. Oberflächenansicht eines Cnidoblasten von *Hydra fusca* mit der Kapsel und einzelnen muskulösen Elementen. Unterhalb des Bläschens ist ein Teil eines Stranges sichtbar, der sich hinter der Kapsel noch weiter fortsetzt. Man sieht mehrere sich gabelnde Längsmuskelstränge, die der Kapsel im Plasma der Bildunggzelle aufliegen; ihre einzelnen Äste sind durch ein Maschenwerk verbunden. Heid. Häm.

Fig. 68. Kleine birnförmige Cnide von *Hydra attenuata* mit axialem Strange und 4 davon ausgehenden Längsmuskelsträngen. Heid. Häm.

Fig. 69—70. *Coryne sarsii.*

Fig. 69. Entladungspol einer Cnide mit der dreieckigen Explosionsöffnung. Der Cnidoblastenrand ist durch streifenförmige Plasmaelemente verdickt. Das Cnidocil mit der mittlern Faser ist zu erkennen. Heid. Häm.

Fig. 70. 2 nebeneinanderliegende Nematocyten, die in ihrer Mitte durchschnitten wurden, bei der Ansicht vom Entladungspol her. Zur Explosionsöffnung verlaufen im Plasma der Bildungszelle feine blaue muskulöse Stränge. Der Fuß des Cnidocils ist an beiden Nematocyten sichtbar; er setzt sich aus einer großen Anzahl von Fäserchen (*cnst*) zusammen. Heid. Häm.

Fig. 71—75. *Pelagia noctiluca.*

Fig. 71. Macrocnide von *Pelagia* nach der Explosion.

Fig. 72. Microcnide im ausgestülpten Zustande.

Tafel 4.

Fig. 73. Schnitt durch einen Nesselwulst vom Tentakel. Von der breiten Stützlamelle erheben sich blaue Fasern, die nach den Kapseln hin verlaufen und in deren nächster Umgebung am Entladungspol endigen. Die Linien zeigen die Konturen der beiden benachbarten Ectodermkuppen an. Heid. Häm.

Fig. 74. Querschnitt durch eine Microcnide und das umgebende Protoplasma, welches von der Kapsel zurückgetreten ist. Man erkennt die als tiefblaue Punkte erscheinenden Querschnitte der Längsmuskelfasern, die man in der vorigen Figur bei seitlicher Ansicht sah. Heid. Häm.

Fig. 75. Kleine Nematocyte von der Umbrella. Im Stiele des Cnidoblasten hat sich ein axialer Strang differenziert, der sich unterhalb der Kapsel in diese einschließende Fibrillen teilt. Außerdem treten seitlich 2 Muskelstränge auf, welche sich mit ihrem obern Abschnitt der Cnide dicht anschmiegen.

Fig. 76—78. *Olindias mülleri.*

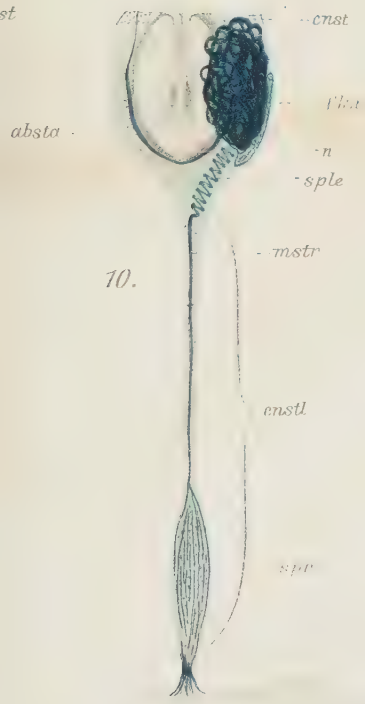
Fig. 76. Teil eines Querschnitts durch einen Tentakel. Die ectodermalen Stützzellen wie auch die Nesselzellen sind fortgelassen, um die Übersichtlichkeit zu wahren. An einer Hervorwölbung der Stützlamelle inserieren tiefblau gefärbte breite Fasern, die meistens als lose miteinander verkittete Stränge zu den Cniden emporsteigen. Ok. 6.

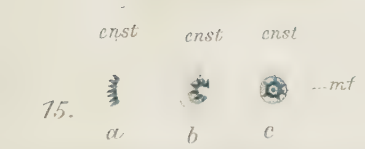
Fig. 77. Zeigt nebeneinander 3 solide erscheinende Stränge und ihre feste Verschmelzung mit der Stützlamelle.

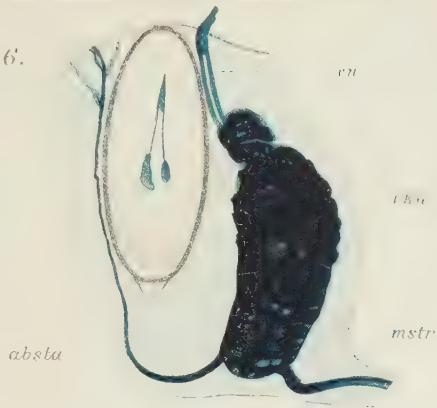
Fig. 78. In ihrem obern Abschnitte zerfallen die in Fig. 76 u. 77 dargestellten Fasern in eine Anzahl feinster Fibrillen, die sich rings um die einzelnen Nesselorgane gruppieren. Sowohl in Fig. 78a wie auch in b ist der scheinbar stark degenerierte Kern noch vorhanden.

1.
2.
3
7.
8
9
12.
14.
16.
17.
fn
bstn
st
fkn
sple
mstr
enst
fkn
sple
mstr
fkn

cnst
5.
fkn
absta
spb
mstr

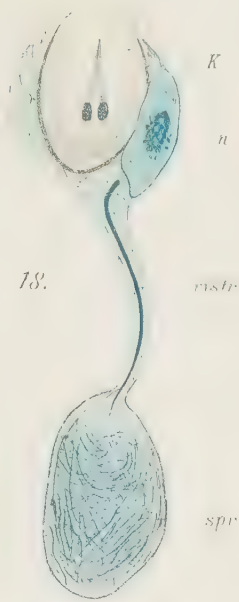

cnst
fka
absta
n
sple
mstr
10.
enstl
spv
Stl

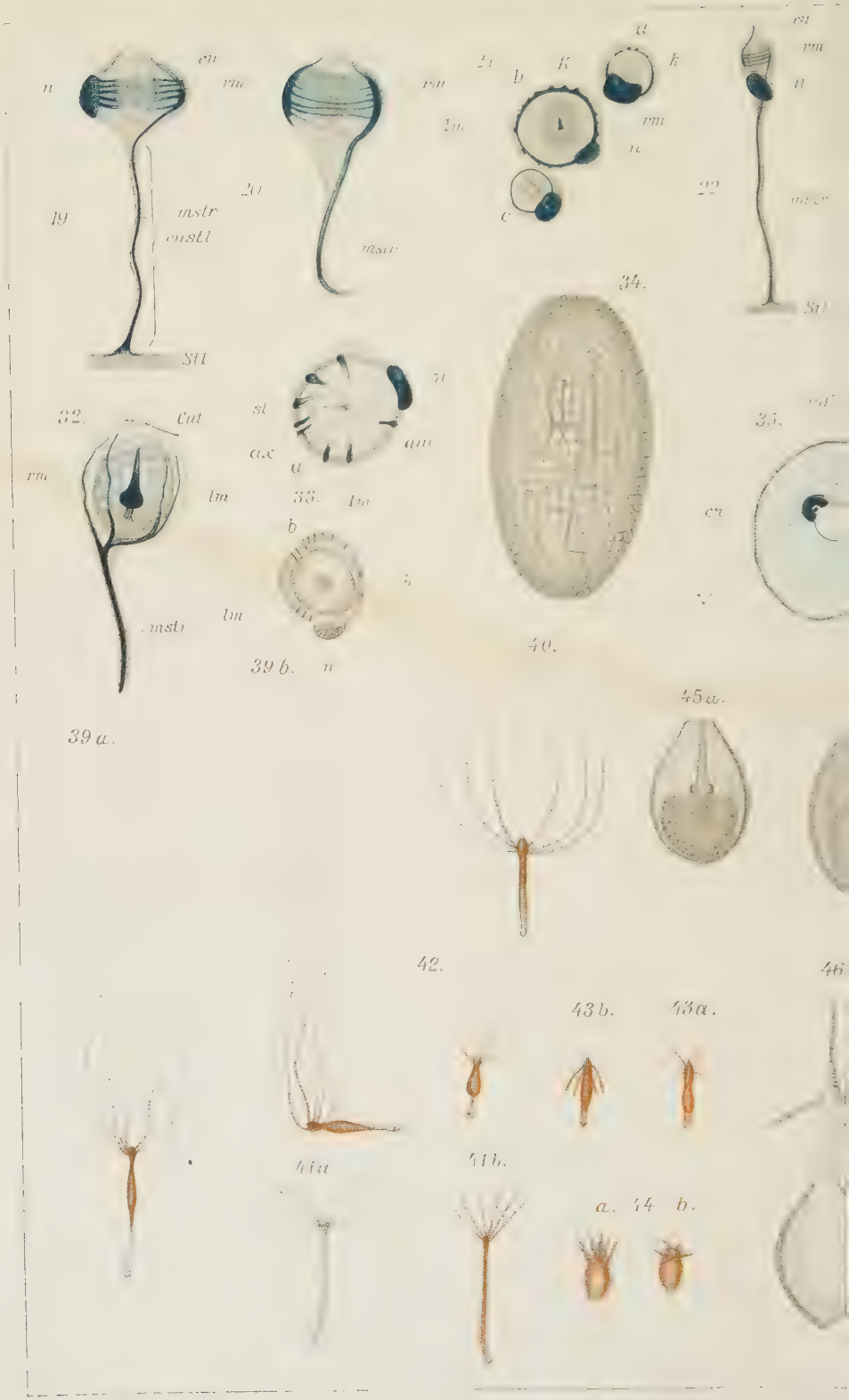

cnst
cnst
cnst
mf
15.
a
b
c

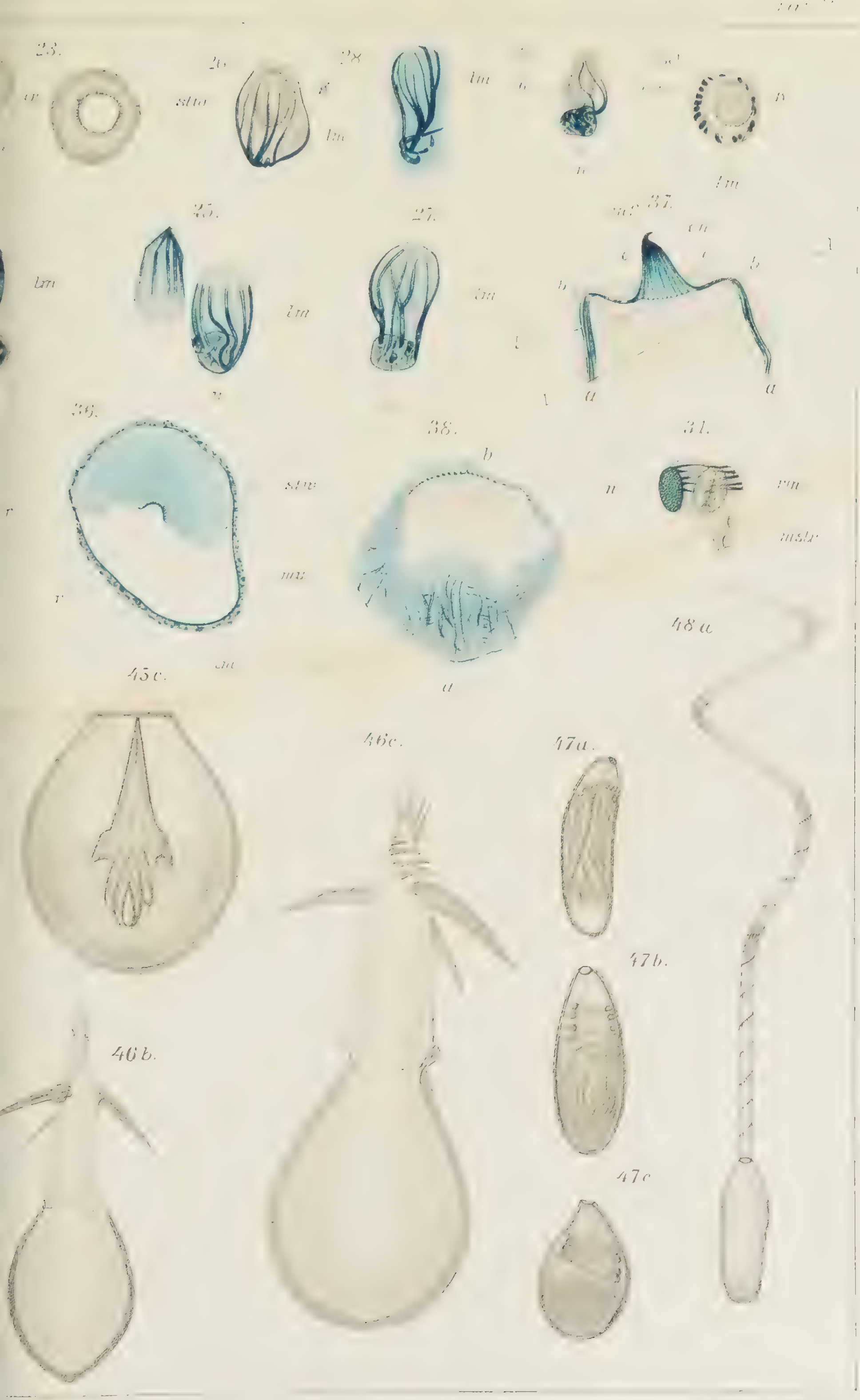

6.
cn
fka
mstr
absta

a
b
mstr
11.
spv
Stl

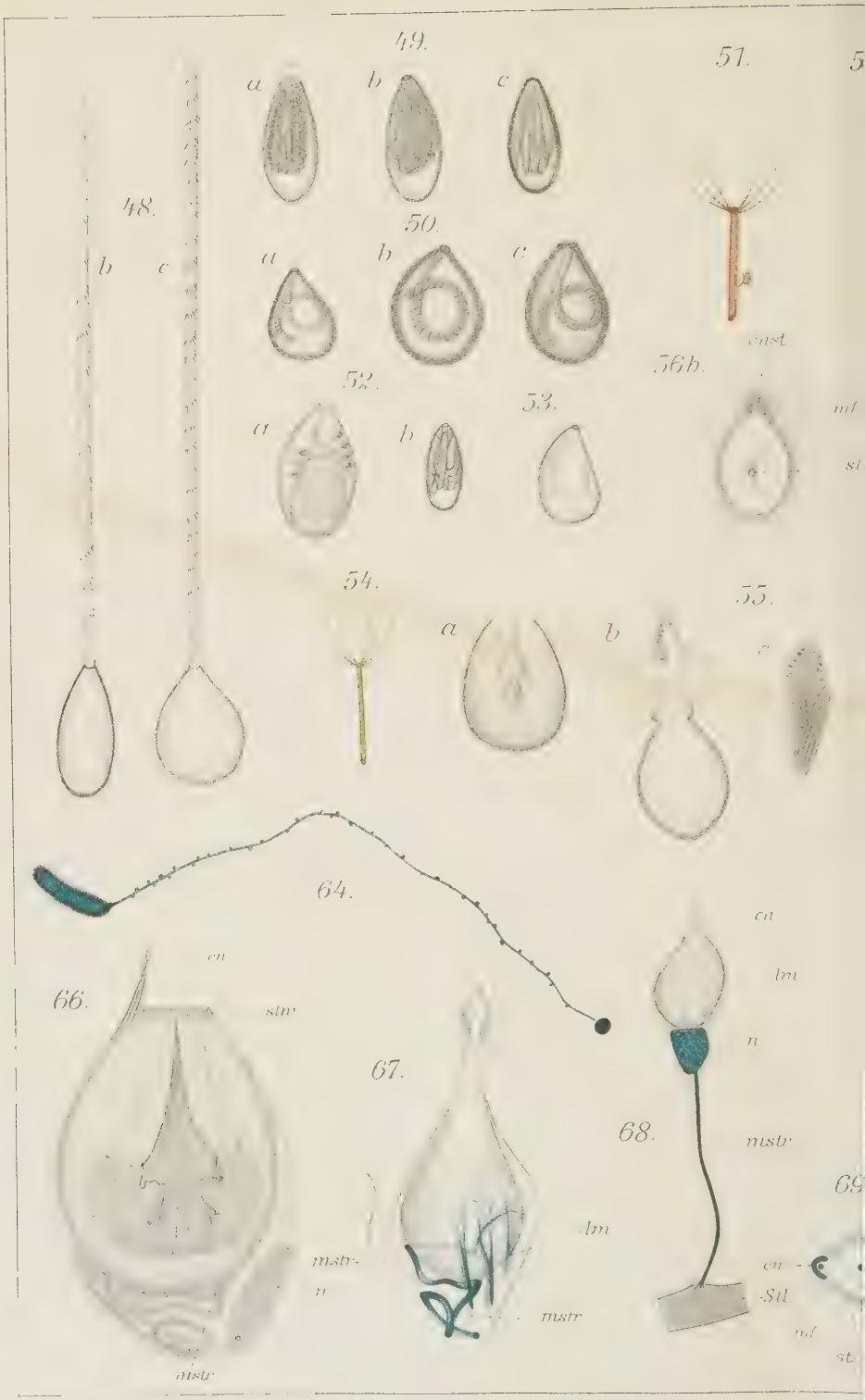
13.
n
fkn
sple
mstr
mstr
Stl


K
n
18.
enstr
spv


19
20
22
34.
32.
33.
35.
39 a.
39 b.
40.
42.
43 a.
43 b.
41 a
41 b.
a. 44 b.
45 a.
46
Toppe

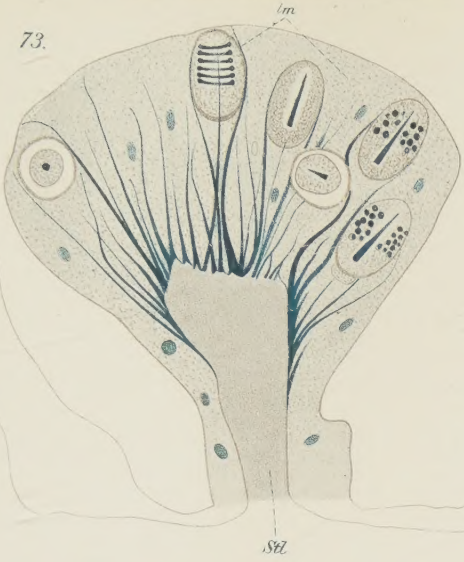


her

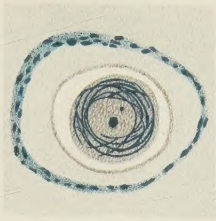

49.
a
b
c
51.
48.
b
c
50.
a
b
c
cnst
56b.
52.
a
b
53.
mf
st
54.
a
b
55.
64.
cn
lm
n
66.
cn
stn
67.
68.
mstr
69
lm
mstr
n
mstr
cn
Stl
mf
st
mstr

ner in Jena

73.

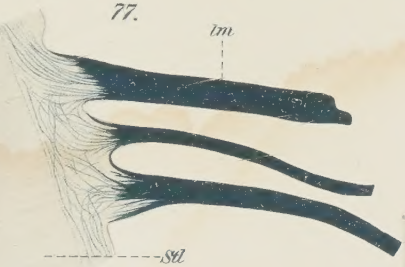


74.

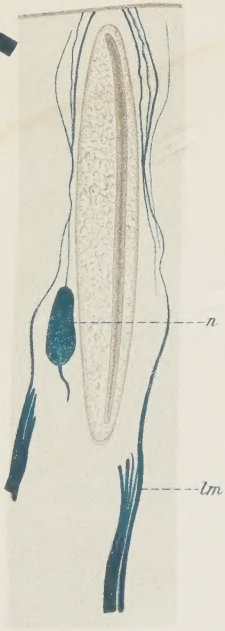


75.

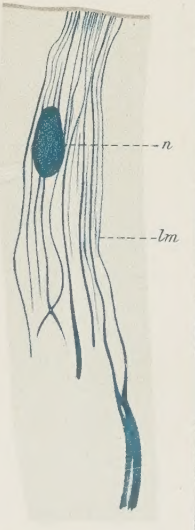
77.



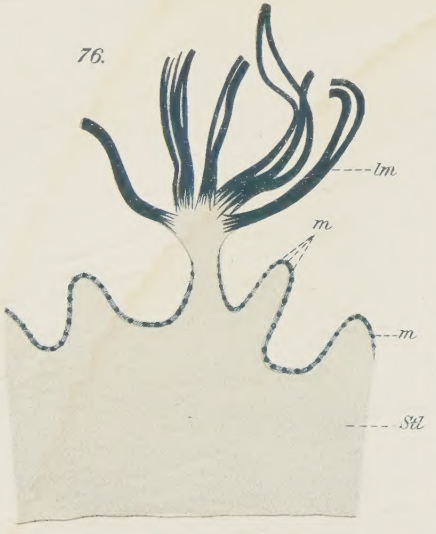
78a.



78b.



76.



Toppe

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.